

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA-GERAL

# PROJETO RADAMBRASIL

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

21

LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS

ISRIC
LA 36
<i>[Handwritten signature]</i>
Wageningen, The Netherlands

**FOLHA SA.24 FORTALEZA**



## VOLUMES PUBLICADOS

- V.1 — Parte das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju, 1973 (esgotado)
- V.2 — Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe, 1973 (esgotado)
- V.3 — Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza, 1973 (esgotado)
- V.4 — Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins, 1974 (esgotado)
- V.5 — Folha SA.22 Belém, 1974
- V.6 — Folha NA/NB.22 Macapá, 1974
- V.7 — Folha SB.21 Tapajós, 1975
- V.8 — Folha NA.20 Boa Vista e parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21, 1975
- V.9 — Folha NA.21 Tumucumaque e parte da Folha NB.21, 1975
- V.10 — Folha SA.21 Santarém, 1976
- V.11 — Folha NA.19 Pico da Neblina, 1976
- V.12 — Folha SC.19 Rio Branco, 1976
- V.13 — Folhas SB/SC.18 Javari/Contamana, 1977
- V.14 — Folha SA.19 Içá, 1977
- V.15 — Folha SB.19 Juruá, 1977
- V.16 — Folha SC.20 Porto Velho, 1978
- V.17 — Folha SB.20 Purus, 1978
- V.18 — Folha SA.20 Manaus, 1978
- V.19 — Folha SD.20 Guaporé, 1979
- V.20 — Folha SC.21 Juruena, 1980

## OUTROS PRODUTOS DO AEROLEVANTAMENTO

### 1 — Imagem de radar\*

Faixas de aproximadamente 37 km de largura, na escala 1:400.000, com recobrimento lateral máximo de cerca de 25%.

### 2 — Perfil altimétrico\*

Ao longo de cada linha de vôo, foram registrados, graficamente, perfis espaçados de cerca de 27 km, em escala horizontal aproximada, sendo uma parte deles em 1:400.000 e outra em 1:250.000.

### 3 — Aerofotografias em infravermelho

a) coloridas, na escala aproximada de 1:130.000, com recobrimento longitudinal e lateral de 60% e 10% respectivamente, discriminadas em fotoíndice, na escala 1:500.000\*.

b) em preto-e-branco, na escala aproximada de 1:75.000, tomadas simultaneamente com a foto colorida.

### 4 — Aerofotografia multiespectrais

Fotos, na escala aproximada de 1:70.000, em quatro canais (azul, verde, vermelho e infravermelho), colhidas simultaneamente com a foto em infravermelho, colorida.

### 5 — Vídeo tape

Tapes, na escala aproximada de 1:23.000, imageados ortogonalmente ao longo das linhas de vôo do aerolevanteamento.

A utilização dos produtos relativos aos itens 3, 4 e 5 oferece restrições quando da presença de nuvens ou nevoeiro.

### 6 — Mosaicos semicontrolados de radar\*

a) mosaicos na escala 1:250.000 com amplitude de 1° de latitude por 1°30' de longitude, compilados no Sistema de Projeção UTM.

b) mosaicos na escala 1:1.000.000 com amplitude de 4° de latitude por 6° de longitude, organizados com base na redução dos mosaicos na escala 1:250.000.

### 7 — Carta planimétrica

275 folhas de 1° de latitude por 1°30' de longitude, impressas na escala 1:250.000, no Sistema de Projeção UTM.

### 8 — Carta-imagem de radar

102 folhas de 1° de latitude por 1°30' de longitude, associando mosaicos de imagem de radar com elementos planimétricos ou plano-altimétricos, impressas na escala 1:250.000, com base no Sistema de Projeção UTM.

\* Abrange todo o território brasileiro.

## SEDE

Rua Pernambuco, 4, Pituba — CEP: 40.000 — Salvador, BA  
Fone: 071-248-8769 — Telex: 071-1918 PRRA BR

BASE DE APOIO DO RIO DE JANEIRO  
Rua Marquês de Pinedo, 33  
Laranjeiras — CEP: 22.231 — Rio de Janeiro — RJ  
Fone: 021-205-4943 — Telex: 021-21378 DNPM BR

BASE DE APOIO DE GOIÂNIA  
Av. Universitária, 644  
Setor Universitário — CEP: 74.000 — Goiânia — GO  
Fone: 062-224-7484 — Telex: 062-2395 PRBR BR

ESCRITÓRIO DE APOIO DE NATAL  
Rua Trariri, 798  
Petrópolis — CEP: 59.000 — Natal — RN  
Fone: 084-222-3054 — Telex: 084-2241 PRRA BR

BASE DE APOIO DE FLORIANÓPOLIS  
Rua Felipe Schmidt, 115  
Centro — CEP: 88.000 — Florianópolis — SC  
Fone: 048-222-9959 — Telex: 048-2206 DNPM BR

**JOÃO FIGUEIREDO**  
PRESIDENTE DA REPÚBLICA

**CESAR CALS**  
MINISTRO DAS MINAS E ENERGIA

**ARNALDO RODRIGUES BARBALHO**  
SECRETÁRIO-GERAL DO MME

## **PROJETO RADAMBRASIL**

**ANTONIO LUIZ SAMPAIO DE ALMEIDA**  
SECRETÁRIO-EXECUTIVO

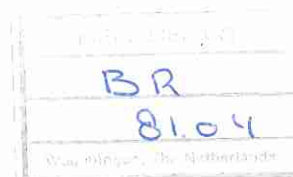
**OTTO BITTENCOURT NETTO**  
SUPERINTENDENTE TÉCNICO E OPERACIONAL

**HELION FRANÇA MOREIRA**  
SUPERINTENDENTE ADMINISTRATIVO

O Projeto RADAMBRASIL registra, comovido, o desaparecimento de suas técnicas, Geógrafas Eliana Maria Saldanha Franco, Alcione Fonseca Quirico, Leda Baeta Neves, Marisa Baptista Machado, e da consultora, Professora Amélia Alba Nogueira Moreira, quando da execução dos trabalhos de sobrevôo da Folha Rio de Janeiro.

Estas jovens profissionais, experientes e entusiastas, que acreditando no que realizavam o fizeram de maneira exemplar, deixam uma imagem e uma lembrança que em muito dignificam o nosso trabalho.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA-GERAL  
PROJETO RADAMBRASIL



LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS  
VOLUME 21

## FOLHA SA.24 FORTALEZA

GEOLOGIA  
GEOMORFOLOGIA  
PEDOLOGIA  
VEGETAÇÃO  
USO POTENCIAL DA TERRA

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact [soil.isric@wur.nl](mailto:soil.isric@wur.nl) indicating the item reference number concerned.

RIO DE JANEIRO  
1981

Sm = 6766



Publicação do Projeto RADAMBRASIL  
Programa de Integração Nacional

© Copyright 1981 — MME/SG/Projeto RADAMBRASIL  
Rua Marquês de Pinedo, 33 — Laranjeiras  
CEP: 22.231 — Rio de Janeiro — RJ

Editado pela  
Divisão de Publicação

Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL.  
Folha SA.24 Fortaleza; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso poten-  
cial da terra. Rio de Janeiro, 1981.  
488 p. il., 7 mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 21)

1. Recursos Naturais — Brasil. I. Série. II. Título.

CDD 333.70981  
CDU 330.15(81)

Na oportunidade da publicação dos resultados da série Levantamento de Recursos Naturais da Folha Fortaleza, agradecemos aos diversos órgãos federais e estaduais, pelo decisivo apoio para a consecução dos objetivos aqui publicados. Desta forma é necessário registrar as seguintes colaborações recebidas:

**MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA**

Departamento Nacional da Produção Mineral — DNPM, 4.º Distrito  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais — CPRM, Fortaleza  
Petróleo Brasileiro S/A — PETROBRÁS\* Distrito Potiguar  
Empresas Nucleares Brasileiras S/A — NUCLEBRÁS\*

**MINISTÉRIO DO INTERIOR**

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste — SUDENE  
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas — DNOCS

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA**

Jardim Botânico do Rio de Janeiro\* — IBDF  
Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos —  
SNLCS\*/EMBRAPA

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA**

Universidade Federal do Ceará — UFCE

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Secretaria de Planejamento — SEPLAN\*  
Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais CDM  
Instituto de Desenvolvimento Econômico — IDEC

**GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA**

Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia\*  
**Centro de Pesquisas e Desenvolvimento — CEPED\***

**GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária — IPA

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

Secretaria de Obras Públicas — SOEC  
Companhia de Água e Esgoto — CAGECE

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho — UNESP,  
Rio Claro

**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ**

Companhia do Desenvolvimento do Estado do Piauí — COMDEPI

Vale ressaltar que os trabalhos de mapeamento das Folhas SA.24 Fortaleza, SB.24/25 Jaguaribe/Natal e parte da SC.24/25 Aracajú/Recife foram realizados através da Base do Projeto RADAMBRASIL em Natal, com o apoio prestado pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através de convênio com este Projeto.

\* Órgão participante de convênio com o Projeto RADAMBRASIL.

F

## SUMÁRIO

PREFÁCIO .....	17	1.1.4.1.6 — Alto Tectônico de Sobral .....	129
FOREWORD .....	19	1.1.4.1.7 — Lineamento Sobral— Pedro II .....	129
LOCALIZAÇÃO DA FOLHA .....	21	1.1.4.2 — Estruturas locais .....	129
FOLHAS NA ESCALA 1:250.000 .....	22	1.1.5 — HISTÓRIA GEOLÓGICA .....	130
LIMITES POLÍTICOS, LOCALIDADES, ESTRADAS E RIOS PRINCIPAIS .....	22	1.1.6 — CONCLUSÕES .....	133
<b>1 — GEOLOGIA</b> .....	<b>23</b>	1.1.7 — RECOMENDAÇÕES .....	133
RESUMO .....	25	<b>1.2 — RECURSOS MINERAIS E SUA METALOGENIA</b> .....	<b>134</b>
ABSTRACT .....	26	1.2.1 — INTRODUÇÃO .....	134
<b>1.1 — MAPEAMENTO REGIONAL</b> .....	<b>27</b>	1.2.2 — PRINCÍPIOS E MÉTODOS .....	134
1.1.1 — INTRODUÇÃO .....	27	1.2.3 — CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....	136
1.1.1.1 — Localização .....	27	1.2.3.1 — Taxonomia e hierarquia das unidades metalogenéticas .....	136
1.1.1.2 — Objetivos .....	27	1.2.4 — UNIDADES METALOGENÉTICAS .....	137
1.1.1.3 — Método e material .....	27	1.2.4.1 — Unidades metalogenéticas taxonômica e hierarquicamente definidas .....	137
1.1.2 — ESTRATIGRAFIA .....	28	1.2.4.1.1 — Província Metalogenética Meio-Norte .....	138
1.1.2.1 — Descrição das unidades litoestratigráficas .....	28	1.2.4.1.2 — Distrito Metalogenético Litorâneo Cearense .....	140
1.1.2.1.1 — Complexo de Granja .....	28	1.2.4.1.3 — Setor Metalogenético Viçosa do Ceará— Martinópolis .....	147
1.1.2.1.2 — Complexo Nordestino .....	36	1.2.4.1.4 — Setor Metalogenético Ubajara— Madeiro .....	153
1.1.2.1.3 — Grupo Martinópolis .....	59	1.2.4.1.5 — Setor Metalogenético Sobradinho .....	157
1.1.2.1.4 — Grupo Ubajara .....	63	1.2.4.1.6 — Núcleo Metalogenético Barriga .....	159
1.1.2.1.5 — Vulcanismo Parapuí .....	73	1.2.4.2 — Unidades metalogenéticas hierarquicamente não definidas .....	159
1.1.2.1.6 — Granitos Meruoca, Mucambo, Serra da Barriga .....	79	1.2.4.2.1 — Faixa Metalogenética Granja .....	159
1.1.2.1.7 — Grupo Jaibas .....	95	1.2.4.2.2 — Faixa Metalogenética Forquilha .....	160
1.1.2.1.8 — Formação Serra Grande .....	103	1.2.4.2.3 — Faixa Metalogenética Caxitoré .....	160
1.1.2.1.9 — Formação Pimenteiras .....	104	1.2.4.2.4 — Banda Metalogenética Araras—Maranguape .....	161
1.1.2.1.10 — Formação Cabeças .....	105	1.2.4.2.5 — Banda Metalogenética Cruz do Matias .....	161
1.1.2.1.11 — Formação Orozimbo .....	106	1.2.4.2.6 — Banda Metalogenética Boqueirão—Catuana .....	162
1.1.2.1.12 — Formação Itapecuru .....	107	1.2.4.3 — Unidades metalogenéticas taxonômica e hierarquicamente não definidas .....	162
1.1.2.1.13 — Vulcanismo Alcalino .....	108	1.2.4.3.1 — Mineralizações ferrotitaníferas aluvionares dos rios São Gonçalo, Curu e Acaraú .....	162
1.1.2.1.14 — Grupo Barreiras .....	116	1.2.4.4 — Jazimentos isolados .....	162
1.1.2.1.15 — Colúvios .....	121	1.2.5 — ÁREAS MINERALIZADAS E PREVISIONAIS .....	162
1.1.2.1.16 — Dunas .....	121	<b>1.3 — POTENCIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	<b>163</b>
1.1.2.1.17 — Aluviões .....	122	1.3.1 — INTRODUÇÃO .....	163
1.1.3 — PALEONTOLOGIA .....	122	1.3.2 — OBJETIVO .....	163
1.1.3.1 — Introdução .....	122	1.3.3 — MATERIAL .....	163
1.1.3.2 — Histórico das pesquisas paleontológicas .....	122	1.3.4 — METODOLOGIA — ÁGUAS SUBSUPERFICIAIS .....	163
1.1.3.3 — Proterozóico Superior .....	123	1.3.4.1 — Justificativa .....	163
1.1.3.4 — Devoniano .....	123	1.3.4.2 — Definição dos parâmetros .....	163
1.1.3.5 — Carbonífero .....	123	1.3.4.2.1 — Parâmetros de determinação .....	163
1.1.3.6 — Cretáceo .....	123	1.3.4.2.2 — Parâmetros de controle .....	166
1.1.3.7 — Terciário .....	124	1.3.4.3 — Arranjo espacial e analítico das informações .....	167
1.1.3.7.1 — Mioceno .....	124	1.3.4.3.1 — Matriz de caracterização .....	167
1.1.3.8 — Quaternário .....	125	1.3.4.3.2 — Matriz de determinação .....	167
1.1.3.8.1 — Pleistoceno .....	125	1.3.4.3.3 — Matriz de controle .....	167
1.1.3.9 — Holoceno .....	126	1.3.5 — METODOLOGIA — ÁGUAS SUPERFICIAIS .....	168
1.1.4 — ESTRUTURAS .....	126	1.3.5.1 — Justificativa .....	168
1.1.4.1 — Estruturas regionais .....	128		
1.1.4.1.1 — Sinéclise do Parnaíba .....	128		
1.1.4.1.2 — <i>Graben</i> de Jaibas .....	128		
1.1.4.1.3 — <i>Graben</i> de Martinópolis .....	128		
1.1.4.1.4 — Alto Tectônico de Granja .....	129		
1.1.4.1.5 — <i>Horst</i> de Tucunduba .....	129		



1.3.5.2	— Definição dos parâmetros	168	1.VII	— Dados analíticos K/Ar do Piroxenito de Manoel Gonçalves	41
1.3.5.3	— Aptidão vocacional	168	1.VIII	— Dados analíticos Rb/Sr do Complexo Nordeste (regiões sudeste de Forquilha e rio Curu)	41
1.3.6	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA	169	1.IX	— Complexo Nordeste — Migmatitos	43
1.3.6.1	— Potencial hídrico de superfície	169	1.X	— Complexo Nordeste — Granitóides de anatexia e/ou metassomáticos	49
1.3.6.2	— Potencial hidrogeológico	170	1.XI	— Complexo Nordeste — Gnaisses	50
1.3.7	— BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO UBATUBA	171	1.XII	— Complexo Nordeste — Gnaisses	51
1.3.7.1	— Potencial hídrico de superfície	172	1.XIII	— Complexo Nordeste	54
1.3.7.2	— Potencial hidrogeológico	172	1.XIV	— Rochas discordantes	54
1.3.8	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ	173	1.XV	— Metamorfitos básicos	55
1.3.8.1	— Potencial hídrico de superfície	173	1.XVI	— Serrote de Manoel Gonçalves	57
1.3.8.2	— Potencial hidrogeológico	174	1.XVII	— Análises químicas do piroxenito de Manoel Gonçalves e conteúdo em elementos-traço	57
1.3.9	— BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO TUCUNDUBA	175	1.XVIII	— Dados analíticos Rb/Sr em rocha total do Grupo Martinópolis	62
1.3.9.1	— Potencial hídrico de superfície	176	1.XIX	— Grupo Ubajara	71
1.3.9.2	— Potencial hidrogeológico	177	1.XX	— Vulcanismo Parapuí	75
1.3.10	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ACARAÚ	177	1.XXI	— Correspondência das fácies vulcânicas normais e albitofíricas de Jung & Brousse (1959)	75
1.3.10.1	— Potencial hídrico de superfície	178	1.XXII	— Análises químicas do Vulcanismo Parapuí	80
1.3.10.2	— Potencial hidrogeológico	179	1.XXIII	— Parâmetros estatísticos calculados para o Diagrama de Wright	82
1.3.11	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACATI-MIRIM	180	1.XXIV	— Valores dos parâmetros alumínio, sódio e potássio	83
1.3.11.1	— Potencial hídrico de superfície	180	1.XXV	— Dados analíticos Rb/Sr em rocha total dos Granitos Meruoca, Mucambo, Serra da Barriga e diques associados	84
1.3.11.2	— Potencial hidrogeológico	181	1.XXVI	— Dados analíticos K/Ar do Granito Meruoca e da intrusiva vulcânica Parapuí	85
1.3.12	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACATIAÇU	182	1.XXVII	— Granitos intrusivos	86
1.3.12.1	— Potencial hídrico de superfície	183	1.XXVIII	— Diques associados ao Granito Meruoca	87
1.3.12.2	— Potencial hidrogeológico	183	1.XXIX	— Diques seccionando o Granito Meruoca	88
1.3.13	— BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO MUNDAÚ	183	1.XXX	— Análises químicas dos Granitos Mucambo e Meruoca	90/91
1.3.13.1	— Potencial hídrico de superfície	183	1.XXXI	— Critérios geoquímicos para determinação de granitos fontes nos depósitos de metais raros	94
1.3.13.2	— Potencial hidrogeológico	184	1.XXXII	— Comportamento dos granitos da Folha SA.24	94
1.3.14	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU	185	1.XXXIII	— Razão de concentração de vários tipos de granitos	94
1.3.14.1	— Potencial hídrico de superfície	185	1.XXXIV	— Conteúdo em elementos-traço	94
1.3.14.2	— Potencial hidrogeológico	186	1.XXXV	— Grupo Jaibaras	101
1.3.15	— BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO GONÇALO	186	1.XXXVI	— Dados analíticos K/Ar da Formação Orozimbo	107
1.3.15.1	— Potencial hídrico de superfície	186	1.XXXVII	— Dados analíticos Rb/Sr em rocha total dos fonólitos da Folha SA.24-Z-C	112
1.3.15.2	— Potencial hidrogeológico	187	1.XXXVIII	— Dados analíticos K/Ar dos fonólitos da Folha SA.24-Z-C	112
1.3.16	— BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO CEARÁ	188	1.XXXIX	— Vulcânicas Alcalinas	114/115
1.3.16.1	— Potencial hídrico de superfície	188	1.XL	— Resumo das descrições petrográficas	116
1.3.16.2	— Potencial hidrogeológico	189	1.XLI	— Análises químicas das rochas alcalinas da Folha SA.24-Z-C	117
1.3.17	— CONSIDERAÇÕES FINAIS	189	1.XLII	— Conteúdo em elementos-traço nas chaminés alcalinas da Folha SA.24-Z-C	119
1.3.17.1	— Síntese	189	1.XLIII	— Média aritmética dos elementos-traço	120
1.3.17.2	— Aspectos hídricos das unidades geológicas (litologia)	189	1.XLIV	— Correlação linear de Pearson	121
1.3.17.3	— Relações hídricas na cobertura vegetal	191	1.XLV	— Síntese metalogenética da Folha SA.24	135
1.3.17.4	— Os movimentos da água e o relevo	191	1.XLVI	— Características dos jazimentos da Folha SA.24	135
1.3.17.5	— Os movimentos da água no solo	191	1.XLVII	— Classificação taxonômica das unidades metalogenéticas	137
1.3.17.6	— Água disponível em superfície	192	1.XLVIII	— Análise química do diatomito da lagoa dos Araçás	141
1.3.18	— RECOMENDAÇÕES	193	1.XLIX	— Sumário e correlação das colunas estratigráficas de Pedra Verde (Ceará)	151
1.4	— BIBLIOGRAFIA	193	1.L	— Análise química dos calcários de Frecheirinha	155
TABELAS			1.LI	— Análise química do calcário de Aroeira	155
1.I	— Dados analíticos Rb/Sr em rocha total do Complexo de Granja	32			
1.II	— Dados analíticos K/Ar do Complexo de Granja	32			
1.III	— Complexo de Granja	34			
1.IV	— Dados analíticos Rb/Sr em rocha total do Complexo Nordeste (região de Itapipoca — Santa Quitéria)	39			
1.V	— Dados analíticos K/Ar do Complexo Nordeste (região de Itapipoca — Santa Quitéria)	39			
1.VI	— Dados analíticos Rb/Sr do Complexo Nordeste (porção oriental da Folha SA.24)	41			

1.LII	—	Minerais característicos de escarnitos cálcicos	157
1.LIII	—	Minerais característicos de escarnitos magnesianos	157
1.LIV	—	Pesos das formas geomorfológicas	165
1.LV	—	Matriz de caracterização da bacia do rio Parnaíba	171
1.LVI	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio Parnaíba	171
1.LVII	—	Matriz de controle da bacia do rio Parnaíba	172
1.LVIII	—	Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Ubatuba	173
1.LIX	—	Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Ubatuba	173
1.LX	—	Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Ubatuba	174
1.LXI	—	Matriz de caracterização da bacia do rio Coreaú	176
1.LXII	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio Coreaú	176
1.LXIII	—	Matriz de controle da bacia do rio Coreaú	177
1.LXIV	—	Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Tucunduba	178
1.LXV	—	Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Tucunduba	178
1.LXVI	—	Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Tucunduba	178
1.LXVII	—	Matriz de caracterização da bacia do rio Acaraú	180
1.LXVIII	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio Acaraú	181
1.LXIX	—	Matriz de controle da bacia do rio Acaraú	181
1.LXX	—	Matriz de caracterização da bacia do rio Aracati-Mirim	182
1.LXXI	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio Aracati-Mirim	182
1.LXXII	—	Matriz de controle da bacia do rio Aracati-Mirim	182
1.LXXIII	—	Matriz de caracterização da bacia do rio Aracatiaçu	184
1.LXXIV	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio Aracatiaçu	184
1.LXXV	—	Matriz de controle da bacia do rio Aracatiaçu	184
1.LXXVI	—	Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Mundaú	185
1.LXXVII	—	Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Mundaú	185
1.LXXVIII	—	Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Mundaú	185
1.LXXIX	—	Matriz de caracterização da bacia do rio Curu	187
1.LXXX	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio Curu	187
1.LXXXI	—	Matriz de controle da bacia do rio Curu	187
1.LXXXII	—	Matriz de caracterização da bacia do rio São Gonçalo	188
1.LXXXIII	—	Matriz de determinação numérica da bacia do rio São Gonçalo	188
1.LXXXIV	—	Matriz de controle da bacia do rio São Gonçalo	188
1.LXXXV	—	Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Ceará	190
1.LXXXVI	—	Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Ceará	190
1.LXXXVII	—	Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Ceará	190
1.LXXXVIII	—	Volume de água disponível ao escoamento superficial e alimentação dos aquíferos subterrâneos para a bacia e área homogêna	192

## ILUSTRAÇÕES

MAPA GEOLÓGICO DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)

MAPA METALOGENÉTICO PREVISIONAL DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)

MAPA DE POTENCIAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)

## FIGURAS

1.1	—	Mapa de localização das determinações radiométricas da Folha SA.24	28
1.2	—	Sumário da estratigrafia	29
1.3	—	Esboço geotectônico do Pré-Cambriano nordestino	30
1.4	—	Blocos orogênicos do Norte (Ceará)	31
1.5	—	Arcabouço tectônico-estrutural do nordeste do Ceará e áreas adjacentes	31
1.6	—	Diagrama isocrônico Rb/Sr do Complexo de Granja	33
1.7	—	Isócrona Rb/Sr de referência do Complexo Nordestino (região Itapipoca—Santa Quitéria)	40
1.8	—	Isócrona de referência para rochas gnáissicas e graníticas do Complexo Nordestino (porção oriental da Folha SA.24)	41
1.9	—	Isócrona de referência para as rochas metassedimentares das regiões do rio Curu e sudeste de Forquilha	42
1.10	—	Região de Forquilha. Folha SA.24-Y-D	44/45
1.11	—	Serra da Uruburetama. Folha SA.24-Y-D	46/47
1.12	—	Graben de Martinópole e Alto Tectônico de Granja. Folha SA.24-Y-C	60/61
1.13	—	Isócronas de referência Rb/Sr para o Grupo Martinópole	62
1.14	—	Perfil geológico esquemático: Ramal Arraial (Massapê)—Granja	63
1.15	—	Bacia de Jaibaras. Sumário estratigráfico comparativo	64
1.16	—	Graben de Jaibaras. SA.24-Y-C	68/69
1.17	—	Perfil geológico esquemático (Sobral—Tianguá)	70
1.18	—	Perfil geológico esquemático (Fazenda Pedra do Cal)	70
1.19	—	Perfil geológico esquemático (Frecheirinha—Contendas—BR-222)	70
1.20	—	Perfil geológico esquemático (Ubaúna—Fazenda São Francisco)	72
1.21	—	Perfil geológico esquemático (Ubaúna—Aroeira)	78
1.22	—	Diagrama de Streckeisen	81
1.23	—	Diagrama de Streckeisen	81
1.24	—	Diagrama de Wright. Vulcanogênese Parapuí	81
1.25	—	Diagrama de Lehmann para queratófiros	82
1.26	—	Diagrama de Wright. Vulcanogênese Parapuí	83
1.27	—	Diagrama de La Roche. Vulcanogênese Parapuí	84
1.28	—	Isócrona Rb/Sr para os Granitos: Meruoca, Mucambo, Serra da Barriga e diques associados	85
1.29	—	Diagrama QAP de Streckeisen. Granito Mucambo	89
1.30	—	Diagrama de Wright. Granitos Mucambo e Meruoca	91
1.31	—	Diagrama de Marmo. Granitos Mucambo e Meruoca	91
1.32	—	Diagrama de Miyashiro. Granitos Mucambo e Meruoca	92
1.33	—	Diagrama MAF. Granitos Mucambo e Meruoca	92
1.34	—	Diagrama Ca, Na, K de Raju & Rao. Granitos Mucambo e Meruoca	92
1.35	—	Diagrama Ternário Q, Ab, Or com isóbaras mínimas dos Granitos Meruoca e Mucambo	93
1.36	—	Diagrama de Condie (1973). Granitos Mucambo, Meruoca e Serra da Barriga	93
1.37	—	Região de Massapê — Porção nordeste do Graben de Jaibaras. Folha SA.24-Y-D	96/97
1.38	—	Perfil geológico esquemático (Mucambo—Pacujá)	98
1.39	—	Perfil geológico esquemático (Penanduba do Abrão—Oiticica)	100
1.40	—	Necks dos serrotes: Pão de Açúcar, Japarara, Salgadinho e Preto. Folha SA.24-Z-C	110/111
1.41	—	Isócrona Rb/Sr para os fonólitos traquitóides da Folha SA.24-Z-C	112
1.42	—	Diagrama de Streckeisen para rochas vulcânicas alcalinas feldspatoidicas	115
1.43	—	Diagrama de Zubkov. Rochas alcalinas	118
1.44	—	Correlação entre o Índice de Rittmann e qz das rochas alcalinas	118
1.45	—	Diagrama das feições estruturais	127

1.46	— Mapa das seqüências geológico-metalogenéticas do Graben de Martinópolis	148
1.47	— Mapa de prognóstico metalogenético da área de General Tibúrcio	150
1.48	— Zoneamento metalogenético regressivo da mineralização cuprífera de Pedra Verde	152
1.49	— Secção esquemática das seqüências vulcanossedimentares do tipo serrote Paissandu	154
<b>ESTAMPAS</b>		
1.I	A — Quartzitos dobrados (Complexo Nordestino)	197
	B — Metassedimentos da região de Forquilha (Complexo Nordestino)	197
1.II	A — Metassedimentos da região do Curu (Complexo Nordestino)	198
	B — Encraves de composição básica (Complexo Nordestino)	198
1.III	A — Calcário cristalino (Complexo Nordestino)	199
	B — Sinclinal da serra da Ubatuba (Grupo Martinópolis)	199
1.IV	A — Dobras recumbentes (Grupo Martinópolis)	200
	B — Filitos (Grupo Martinópolis)	200
1.V	A — Derrames de lavas (Vulcanismo Parapuí)	201
	B — Conglomerado brechóide (Formação Massapé)	201
1.VI	A — Discordância	202
	B — Serrote Japarara (Vulcanismo Alcalino)	202
1.VII	A — Serrote Pão de Açúcar (Vulcanismo Alcalino)	203
	B — Quartzito sienito porfiróide (Complexo de Granja)	203
1.VIII	A — Filonito (Complexo de Granja)	204
	B — Gnaiss bandeado de composição tonalítica (Complexo de Granja)	204
1.IX	A — Granito metassomático a hornblenda e granada (Complexo Nordestino)	205
	B — Gnaiss facoidal de composição granítica (Complexo Nordestino)	205
1.X	A — Gnaiss de composição granodiorítica (Complexo Nordestino)	206
	B — Anfibolito (Complexo Nordestino)	206
1.XI	A — <i>Hornfels</i> (Formação Trapiá)	207
	B — Andesito amigdalóide (Vulcanismo Parapuí)	207
1.XII	A — Dacito (Vulcanismo Parapuí)	208
	B — Quartzito sienito (Granito Mucambo)	208
1.XIII	A — Riólito (Granito Meruoca)	209
	B — Granófiro (Granito Meruoca)	209
1.XIV	A — Riólito porfirítico (diqe associado ao Granito Meruoca)	210
	B — Conglomerado polimítico (Formação Pacujá)	210
1.XV	A — Conglomerado polimítico (Formação Aprazível)	211
	B — Foiaito (Vulcanismo Alcalino)	211
1.XVI	A — Traquito fluidal (Vulcanismo Alcalino)	212
	B — Foidito foiaítico (Vulcanismo Alcalino)	212
<b>2</b>	<b>— GEOMORFOLOGIA</b>	<b>213</b>
	RESUMO	215
	ABSTRACT	216
2.1	— INTRODUÇÃO	217
2.2	— METODOLOGIA	217
2.2.1	— Histórico da metodologia	217
2.2.2	— Análise do material	218
2.2.3	— Princípios básicos	219
2.2.4	— Etapas de trabalho	219
2.2.5	— Composição do mapa	221
2.3	— EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	222
2.4	— UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	226
2.4.1	— Planície Litorânea	226

2.4.2	— Superfície Sertaneja	227
2.4.3	— Planalto da Ibiapaba	229
2.4.4	— Planaltos Residuais	231
2.4.4.1	— Serras da Aratanha e Maranguape	231
2.4.4.2	— Serra da Uruburetama	231
2.4.4.3	— Serra da Meruoca	232
2.4.4.4	— Serras das Danças, Juá-Conceição e Camará	232
2.4.4.5	— Outros residuais	232

2.5	— EVOLUÇÃO DO RELEVO	233
2.5.1	— Condicionamentos estruturais	233
2.5.2	— As superfícies de aplainamento	233
2.5.3	— Evolução das formas litorâneas	234
2.5.4	— Morfogênese atual	235

2.6	— APLICAÇÕES DA PESQUISA GEOMORFOLÓGICA	237
2.6.1	— Avaliação das formas de relevo	237
2.6.2	— Limitações geomorfológicas ao uso da terra	238
2.6.2.1	— Sítios urbanos	238
2.6.2.2	— Ocupação agrícola	239
2.6.3	— Assoreamento de açudes	240
2.6.4	— Condições portuárias	240
2.6.5	— Áreas de potencial turístico	240
2.6.6	— Comunicações rodoviárias	241

2.7	— BIBLIOGRAFIA	242
-----	----------------	-----

## ILUSTRAÇÕES

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)

### FIGURAS

2.1	— Padrões de imagem de radar para ordem de grandeza das formas de dissecação	224
2.2	— Padrões de imagem de radar para intensidade de aprofundamento da drenagem	225
2.3	— Tipos de costa	227
2.4	— Delta do rio Parnaíba	228
2.5	— Área de acumulação inundável	229
2.6	— Escarpa leste do Planalto da Ibiapaba	229
2.7	— Área de acumulação inundável nas margens do rio Longá	230
2.8	— Serra da Uruburetama	231
2.9	— Serra da Meruoca	232
2.10	— Etapas da evolução geomorfológica	235
2.11	— Unidades morfoclimáticas	236
2.12	— Avaliação das formas de relevo dissecado	238
2.13	— Divagação da foz do rio Igaracu	241
2.14	— Locais de potencial turístico e vias de acesso	242

### ESTAMPAS

2.I	A — Duna fixa	245
	B — Dunas barcanas	245
2.II	A — Falésia em Jericoacoara	246
	B — Área de acumulação inundável	246
2.III	A — Escarpa oriental da serra da Ibiapaba	247
	B — Serra da Aratanha	247
2.IV	A — Cascalheiro no sopé da serra da Ibiapaba	248
	B — Falésia fluvial	248
2.V	A — Cidade de Sobral	249
	B — Serra da Conceição	249
2.VI	A — Capa laterizada	250
	B — Fixação de dunas	250
2.VII	A — Açude São Domingos	251
	B — Pedra do Sal	251
2.VIII	A — Deslizamento na BR-222	252

## 3 — PEDOLOGIA

	RESUMO	255
	ABSTRACT	256
3.1	— INTRODUÇÃO	257
3.2	— CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	257
3.2.1	— Clima	257

3.2.1.1	— Classificação de Köppen	257
3.2.1.2	— Classificação de Gausson	258
3.2.1.3	— Regimes de temperatura e umidade do solo	258
3.3	— METODOLOGIA DO LEVANTAMENTO	258
3.3.1	— Trabalho de escritório	258
3.3.2	— Trabalho de campo	258
3.3.3	— Análise de laboratório	258
3.3.3.1	— Análises físicas	259
3.3.3.2	— Análises químicas	259
3.3.3.3	— Análise para avaliação da fertilidade	259
3.4	— SOLOS	259
3.4.1	— Critérios de classificação dos solos	259
3.4.2	— Descrição das classes de solos	260
3.4.2.1	— Latossolo Amarelo distrófico	260
3.4.2.2	— Latossolo Vermelho-Amarelo álico e distrófico	261
3.4.2.3	— Terra Roxa Estruturada Similar eutrófica	263
3.4.2.4	— Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e álico	263
3.4.2.5	— Podzólico Acinzentado distrófico	267
3.4.2.6	— Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	268
3.4.2.7	— Brunizém Avermelhado	270
3.4.2.8	— Bruno Não Cálcico	271
3.4.2.9	— Vertissolo	273
3.4.2.10	— Planossolo eutrófico	274
3.4.2.11	— Planossolo Solódico	275
3.4.2.12	— Solonetz Solodizado	276
3.4.2.13	— Solonchak Sódico	278
3.4.2.14	— Solos Indiscriminados de Mangues	279
3.4.2.15	— Areias Quartzosas distróficas e álicas	279
3.4.2.16	— Areias Quartzosas Marinhas distróficas	280
3.4.2.17	— Solos Aluviais eutróficos	280
3.4.2.18	— Gley Húmico eutrófico	280
3.4.2.19	— Laterita Hidromórfica eutrófica e distrófica	281
3.4.2.20	— Regossolo distrófico	282
3.4.2.21	— Solos Litólicos eutróficos, distróficos e álicos	282
3.4.2.22	— Solos Concrecionários eutróficos e distróficos	284
3.5	— LEGENDA	284
3.6	— USO ATUAL	291
3.7	— DADOS ANALÍTICOS COMPLEMENTARES	291
3.8	— BIBLIOGRAFIA	300

#### TABELAS

3.I	— Resultados analíticos das amostras de perfis para classificação	292/299
3.II	— Resultados analíticos das amostras para avaliação da fertilidade	300

#### ILUSTRAÇÕES

MAPA EXPLORATÓRIO DE SOLOS DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)

#### ESTAMPAS

3.I	A — Perfil de Bruno Não Cálcico textura média/argilosa	301
	B — Perfil de Vertissolo	301
3.II	A — Perfil de Planossolo Solódico textura arenosa/argilosa	302
	B — Perfil de Solonetz Solodizado textura arenosa/argilosa	302
3.III	A — Perfil de Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico abrupto plântico textura arenosa/argilosa	303
	B — Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo álico textura média	303
3.IV	A — Perfil de Solo Concrecionário eutrófico textura média/argilosa	304
	B — Perfil de Solo Litólico distrófico textura média	304
3.V	A — Perfil de Solo Litólico distrófico textura média	305
	B — Perfil de Areias Quartzosas distróficas	305
3.VI	A — Vista da superfície de Vertissolo da unidade V	306
	B — Cultura de café e milho na serra da Meruoca	306

3.VII	A — Cultura de café na serra da Ibiapaba	307
	B — Cultura de mandioca sobre Areias Quartzosas eutróficas	307
3.VIII	A — Cultura de milho sobre Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico textura arenosa/média	308
	B — Área de Solonchak Sódico, destacando-se a vegetação de brejo	308

## 4 — VEGETAÇÃO

RESUMO	311
ABSTRACT	312

### 4.1 — ESTUDO FITOGEOGRÁFICO

4.1.1	— INTRODUÇÃO	313
4.1.1.1	— Localização	313
4.1.1.2	— Justificativa	313
4.1.1.3	— Caracterização geral da área	313
4.1.1.3.1	— Aspectos fisiográficos	313
4.1.1.3.2	— Distribuição da vegetação	314
4.1.1.4	— Utilização do sensor radar no mapeamento da vegetação	314
4.1.1.4.1	— Relevo e drenagem	314
4.1.1.4.2	— Tom e textura	314
4.1.2	— METODOLOGIA	314
4.1.2.1	— Interpretação da vegetação nas imagens de radar	314
4.1.2.1.1	— Reinterpretação	315
4.1.2.2	— Florística	315
4.1.2.2.1	— Espécies da Savana (Cerrado)	315
4.1.2.2.2	— Espécies da Estepe (Caatinga)	317
4.1.2.2.3	— Espécies das Áreas das Formações Pioneiras	318
4.1.2.2.4	— Espécies do Refúgio Ecológico Montano	319
4.1.2.2.5	— Espécies da Vegetação Secundária	319
4.1.3	— CONCEITUAÇÃO FITOGEOGRÁFICA	320
4.1.3.1	— Glossário terminológico	320
4.1.3.2	— Sistema fitogeográfico brasileiro	320
4.1.3.2.1	— Região da Savana (Cerrado)	320
4.1.3.2.2	— Região da Estepe (Caatinga)	321
4.1.3.2.3	— Região da Floresta Ombrófila Aberta	322
4.1.3.2.4	— Região da Floresta Estacional Semidecidual	322
4.1.3.2.5	— Áreas das Formações Pioneiras	322
4.1.3.2.6	— Áreas de Tensão Ecológica	322
4.1.4	— ESTUDO FISIONÔMICO-ECOLÓGICO	322
4.1.4.1	— Súmula histórica	322
4.1.4.2	— Chave de classificação fisionômico-ecológica na escala 1:1.000.000	323
4.1.4.2.1	— Mapeamento fitogeográfico	323
4.1.4.2.2	— Legenda	324
4.1.4.3	— Zonação geobotânica	324
4.1.4.3.1	— Zonação das formações na Região da Estepe (Caatinga)	324
4.1.4.3.2	— Zonação das formações na Região da Savana (Cerrado)	324
4.1.4.3.3	— Zonação das formações na Região da Floresta Ombrófila Aberta	324
4.1.4.3.4	— Zonação das formações na Região da Floresta Estacional Semidecidual	325
4.1.4.3.5	— Zonação nas Áreas Pioneiras de Influência Marinha	326
4.1.4.3.6	— Conclusão	326
4.1.4.4	— Regiões fitoecológicas	326
4.1.4.4.1	— Região da Savana (Cerrado)	326
4.1.4.4.2	— Região da Estepe (Caatinga)	328
4.1.4.5	— Áreas das Formações Pioneiras	331
4.1.4.5.1	— "Restinga"	332
4.1.4.5.2	— Mangue	332
4.1.4.6	— Áreas de Tensão Ecológica	333
4.1.4.6.1	— Contato Savana/Estepe	333
4.1.4.6.2	— Contato Savana/Floresta Estacional	334



4.1.4.6.3	— Contato Estepe/Floresta Estacional	334
4.1.4.6.4	— Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional	335
4.1.4.6.5	— Contato Savana/"Restinga"	335
4.1.4.6.6	— Contato Floresta Estacional/"Restinga"	335
4.1.4.7	— Refúgio Ecológico Montano	336
4.1.5	— ÁREAS COM INFLUÊNCIA ANTRÓPICA	336
4.1.5.1	— Vegetação Secundária	336
4.1.5.2	— Agropecuária	337
4.1.6	— CONCLUSÕES	337
4.1.6.1	— Cobertura vegetal	337
4.1.6.2	— Recursos vegetais	337
4.1.6.2.1	— Extrativismo	337
4.1.6.2.2	— Exploração madeireira	338
4.1.6.3	— Discussões	340
4.1.7	— BIBLIOGRAFIA	340
4.2	— ESTUDO BIOCLIMÁTICO	342
4.2.1	— ANÁLISE BIOCLIMÁTICA	342
4.2.1.1	— Introdução	342
4.2.1.2	— Delimitação das regiões e sub-regiões bioclimáticas	344
4.2.1.2.1	— Termoxeroquimênico atenuado	344
4.2.1.2.2	— Termoxeroquimênico médio	346
4.2.1.2.3	— Termoxeroquimênico acentuado	349
4.2.2	— CONCLUSÕES	351
4.2.3	— BIBLIOGRAFIA	351
TABELAS		
4.I	— Utilização de madeira por espécies	338/340
4.II	— Totais pluviométricos dos "brejos" (serras)	343
4.III	— Totais pluviométricos das "sombras das serras"	343
ILUSTRAÇÕES		
MAPA FITOGEOGRÁFICO DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)		
FIGURAS		
4.1	— Padrões de imagem de radar (1:250.000)	316
4.2	— Padrões de imagem de radar (1:250.000)	316
4.3	— Padrões de imagem de radar (1:250.000)	316
4.4	— Padrões de imagem de radar (1:250.000)	316
4.5	— Padrões de imagem de radar (1:250.000)	316
4.6	— Zonação geobotânica da Região da Estepe (Caatinga)	325
4.7	— Zonação geobotânica da Região da Savana (Cerrado)	326
4.8	— Zonação geobotânica da Região da Floresta Ombrófila Aberta	327
4.9	— Zonação geobotânica da Região da Floresta Estacional Semidecidual	328
4.10	— Zonação geobotânica das Áreas das Formações Pioneiras	329
4.11	— Mapa de localização (Região da Savana; Região da Estepe; e Áreas das Formações Pioneiras)	330
4.12	— Corte ideal das formações da Savana (Cerrado)	330
4.13	— Corte ideal das formações da Estepe (Caatinga)	330
4.14	— Corte ideal das Áreas das Formações Pioneiras "Restinga"	332
4.15	— Mapa de localização (Áreas de Tensão Ecológica; Refúgio Ecológico Montano; e Áreas Antrópicas)	333
4.16	— Corte ideal do Refúgio Ecológico Montano	336
4.17	— Mapa bioclimático da Folha SA.24 Fortaleza	345
4.18	— Curvas ombrotérmicas (Guaramiranga, Ibiapaba e Ubajara, CE)	345
4.19	— Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos (Fortaleza, CE)	347
4.20	— Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos (Mondubim, CE)	348
4.21	— Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos (Parnaíba, PI)	348
4.22	— Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos (Teresina, PI)	349

4.23	— Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos (Sobral, CE)	350
4.24	— Curvas ombrotérmicas (Quixadá e Quixeramobim, CE)	350

#### ESTAMPAS

4.I	A — Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)	353
	B — Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)	353
4.II	A — Estepe Arbórea Densa	354
	B — Estepe Arbórea Aberta	354
4.III	A — Estepe Parque (Parque de Caatinga)	355
	B — Estepe Parque (Parque de Caatinga)	355
4.IV	A — Formação Pioneira "Restinga" Arbustiva	356
	B — Formação Pioneira "Restinga" Herbácea	356
4.V	A — Formação Pioneira de Mangue	357
	B — Formação Pioneira de Mangue	357
4.VI	A — Contato Savana/Estepe	358
	B — Contato Estepe/Floresta Estacional	358
4.VII	A — Refúgio Ecológico Montano	359
	B — Refúgio Ecológico Montano	359
4.VIII	A — Vegetação Secundária	360
	B — Vegetação Secundária	360

## 5 — USO POTENCIAL DA TERRA 361

RESUMO	363
--------	-----

ABSTRACT	364
----------	-----

### 5.1 — CAPACIDADE DE USO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS 365

5.1.1	— SISTEMÁTICA E METODOLOGIA	365
5.1.1.1	— Considerações gerais	365
5.1.1.2	— Classificação por capacidade de uso	365
5.1.1.3	— O sistema proposto	366
5.1.1.3.1	— Níveis hierárquicos	366
5.1.1.3.2	— Nomenclatura	368
5.1.1.4	— Metodologia	369
5.1.1.4.1	— Condicionantes inerentes ao clima	369
5.1.1.4.2	— Condicionantes inerentes ao relevo	372
5.1.1.4.3	— Condicionantes inerentes ao solo	374
5.1.1.5	— Conceituação das classes, subclasses e séries do sistema	379
5.1.1.5.1	— Classe Plenater	379
5.1.1.5.2	— Classe Lavoter	380
5.1.1.5.3	— Classe Agriter	381
5.1.1.5.4	— Classe Mesater	382
5.1.1.5.5	— Classe Agroster	382
5.1.1.5.6	— Classe Silvater	383
5.1.1.5.7	— Classe Silvester	384

### 5.1.2 — LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS DA FOLHA SA.24 FORTALEZA 385

5.1.2.1	— Classe Lavoter	385
5.1.2.1.1	— Subclasse Lavoter-por-clima	385
5.1.2.2	— Classe Agriter	386
5.1.2.2.1	— Subclasse Agriter-por-clima	386
5.1.2.2.2	— Subclasse Agriter-por-relevo	392
5.1.2.2.3	— Subclasse Agriter-por-solo	392
5.1.2.3	— Classe Mesater	395
5.1.2.3.1	— Subclasse Mesater-por-clima	396
5.1.2.3.2	— Subclasse Mesater-por-relevo	400
5.1.2.3.3	— Subclasse Mesater-por-solo	404
5.1.2.4	— Classe Agroster	412
5.1.2.4.1	— Subclasse Agroster-por-clima	412
5.1.2.4.2	— Subclasse Agroster-por-relevo	413
5.1.2.4.3	— Subclasse Agroster-por-solo	415
5.1.2.5	— Classe Silvater	428
5.1.2.5.1	— Subclasse Silvater-por-relevo	428
5.1.2.6	— Classe Silvester	431
5.1.2.6.1	— Subclasse Silvester-por-relevo	431

5.1.2.6.2 — Subclasse Silvester-por-solo . . . . .	433	5.XXIII — Caracterização das unidades (Subclasse Mesater-por-clima) . . . . .	401
5.1.3 — BIBLIOGRAFIA . . . . .	434	5.XXIV — Caracterização das unidades (Subclasse Mesater-por-relevo) . . . . .	404
<b>5.2 — RELAÇÕES USO ATUAL—USO POTENCIAL . . . . .</b>	<b>434</b>	5.XXV — Caracterização das unidades (Subclasse Mesater-por-solo) . . . . .	411
5.2.1 — METODOLOGIA . . . . .	434	5.XXVI — Distribuição das unidades na Classe Agroster . . . . .	413
5.2.1.1 — Considerações gerais . . . . .	434	XXVII — Caracterização das unidades (Subclasse Agroster-por-clima) . . . . .	414
5.2.1.2 — Enfoque teórico . . . . .	435	5.XXVIII — Caracterização das unidades (Subclasse Agroster-por-relevo) . . . . .	414
5.2.1.3 — Procedimento . . . . .	436	5.XXIX — Caracterização das unidades (Subclasse Agroster-por-solo) . . . . .	426/427
5.2.2 — RESULTADOS OBTIDOS . . . . .	439	5.XXX — Distribuição das unidades na Classe Silvater . . . . .	428
5.2.2.1 — Microrregião 56 — Litoral de Camocim e Acaraú . . . . .	441	5.XXXI — Caracterização das unidades (Subclasse Silvater-por-relevo) . . . . .	431
5.2.2.2 — Microrregião 57 — Baixo Médio Acaraú . . . . .	442	5.XXXII — Distribuição das unidades na Classe Silvester . . . . .	431
5.2.2.3 — Microrregião 58 — Uruburetama . . . . .	445	5.XXXIII — Caracterização das unidades (Subclasse Silvester-por-relevo) . . . . .	433
5.2.2.4 — Microrregião 59 — Fortaleza . . . . .	445	5.XXXIV — Caracterização das unidades (Subclasse Silvester-por-solo) . . . . .	434
5.2.2.5 — Microrregião 62 — Ibiapaba . . . . .	448	5.XXXV — Classes de capacidade e categoria de uso . . . . .	437
5.2.2.6 — Microrregião 63 — Sobral . . . . .	448	5.XXXVI — Caracterização espacial das microrregiões — uso atual. Folha SA.24 Fortaleza . . . . .	440
5.2.2.7 — Microrregião 45 — Baixo Parnaíba Piauiense . . . . .	451	5.XXXVII — Coeficientes técnicos das culturas temporárias e permanentes (h/d/ha) . . . . .	440
5.2.2.8 — Microrregião 46 — Campo Maior . . . . .	451	5.XXXVIII — Área colhida e índices tecnológicos para as culturas temporárias . . . . .	440
5.2.2.9 — Microrregião 33 — Baixo Parnaíba Maranhense . . . . .	454	5.XXXIX — Área colhida e índices tecnológicos para as culturas permanentes . . . . .	441
5.2.2.10 — Folha SA.24 Fortaleza . . . . .	454	5.XL — Utilização do espaço agropecuário (rebanho — 1970) . . . . .	441
5.2.3 — BIBLIOGRAFIA . . . . .	457	5.XLI — Área das classes de capacidade de uso nas microrregiões . . . . .	441
<b>5.3 — CLIMATOLOGIA . . . . .</b>	<b>458</b>	5.XLII — População economicamente ativa e setor de dependência . . . . .	442
5.3.1 — ASPECTOS GERAIS . . . . .	458	5.XLIII — Percentagem média dos meses do ano com diferentes classes pluviométricas mensais . . . . .	460
5.3.2 — ANÁLISE DOS ELEMENTOS BÁSICOS DO CLIMA . . . . .	458	5.XLIV — Parâmetros das variações mesoclimáticas no espaço climático regional . . . . .	474
5.3.2.1 — Precipitação pluviométrica . . . . .	458		
5.3.2.1.1 — A circulação atmosférica e a gênese das chuvas . . . . .	458		
5.3.2.1.2 — Fatores geográficos e a pluviometria . . . . .	460		
5.3.2.1.3 — Os regimes pluviométricos . . . . .	460		
5.3.2.1.4 — Distribuição espacial da pluviosidade . . . . .	464		
5.3.2.2 — Temperatura . . . . .	467		
5.3.2.3 — Balanço hídrico . . . . .	468		
5.3.3 — CLIMAS REGIONAIS E MESOCLIMAS . . . . .	471		
5.3.4 — BIBLIOGRAFIA . . . . .	475		
<b>TABELAS</b>		<b>ILUSTRAÇÕES</b>	
5.I — Nomenclatura das classes . . . . .	368	MAPA DE CAPACIDADE DE USO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS DA FOLHA SA.24 FORTALEZA (em envelope)	
5.II — Símbolos dos graus de restrição para os tipos gerais de condicionante . . . . .	369	FIGURAS	
5.III — Graus de restrição inerentes ao clima . . . . .	370	5.1 — Aptidão das classes de capacidade segundo os diferentes usos . . . . .	367
5.IV — Índices "I" correspondentes às diferentes médias mensais de temperatura . . . . .	371	5.2 — Nomograma para a determinação da evapotranspiração potencial . . . . .	370
5.V — Fatores de correção para as diferentes latitudes Sul . . . . .	371	5.3 — Gabarito para o cálculo da declividade em cartas planialtimétricas . . . . .	373
5.VI — Graus de restrição inerentes ao relevo . . . . .	372	5.4 — Padrões de relevo sobre cartas planialtimétricas (graus de restrição 040 e 010) . . . . .	373
5.VII — Índices de dissecação . . . . .	372	5.5 — Padrões de relevo sobre cartas planialtimétricas (graus de restrição 030 e 060) . . . . .	374
5.VIII — Correspondência das classes de declividade com as distâncias horizontais . . . . .	373	5.6 — Relevo não manifesto pelas cartas planialtimétricas . . . . .	374
5.IX — Graus de restrição inerentes ao solo . . . . .	375	5.7 — Classes texturais do solo . . . . .	377
5.X — Séries na Classe Lavoter . . . . .	381	5.8 — Pesos dos grupos texturais e estruturais e valores adotados para as diferentes combinações . . . . .	378
5.XI — Séries na Classe Agriter . . . . .	381	5.9 — Relações entre tecnologia, infra-estrutura e ocupação de mão-de-obra . . . . .	435
5.XII — Séries na Classe Mesater . . . . .	382	5.10 — Relações entre tecnologia, infra-estrutura e o produto . . . . .	435
5.XIII — Séries na Classe Agroster . . . . .	383	5.11 — Relação entre população ocupada, produto e área cultivada . . . . .	436
5.XIV — Séries na Classe Silvater . . . . .	384	5.12 — Capacidade econômica dos recursos naturais renováveis — Determinação das relações uso atual—uso potencial . . . . .	437
5.XV — Séries na Classe Silvester . . . . .	385	5.13 — Diagrama estrelar a 120° . . . . .	438
5.XVI — Distribuição das unidades na Classe Lavoter . . . . .	385	5.14 — Diagrama estrelar com deslocamento de eixos . . . . .	438
5.XVII — Caracterização das unidades (Subclasse Lavoter-por-clima) . . . . .	386	5.15 — Forma simplificada do diagrama estrelar . . . . .	439
5.XVIII — Distribuição das unidades na Classe Agriter . . . . .	387	5.16 — Representação esquemática das microrregiões da Folha SA.24 Fortaleza . . . . .	439
5.XIX — Caracterização das unidades (Subclasse Agriter-por-clima) . . . . .	391		
5.XX — Caracterização das unidades (Subclasse Agriter-por-relevo) . . . . .	392		
5.XXI — Caracterização das unidades (Subclasse Agriter-por-solo) . . . . .	395		
5.XXII — Distribuição das unidades na Classe Mesater . . . . .	396		

5.17	— Microrregião 56 — Litoral de Camocim e Acaraú. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	443
5.18	— Microrregião 57 — Baixo Médio Acaraú. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	444
5.19	— Microrregião 58 — Uruburetama. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	446
5.20	— Microrregião 59 — Fortaleza. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	447
5.21	— Microrregião 62 — Ibiapaba. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	449
5.22	— Microrregião 63 — Sobral. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	450
5.23	— Microrregião 45 — Baixo Parnaíba Piauiense. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	452
5.24	— Microrregião 46 — Campo Maior. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	453
5.25	— Microrregião 33 — Baixo Parnaíba Maranhense. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	455
5.26	— Folha SA.24 Fortaleza. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra . . . . .	456
5.27	— Representação estrelar dos índices de uso, excesso e saturação segundo as microrregiões . . . . .	457
5.28	— Representação esquemática das principais correntes e suas relações com o relevo . . . . .	459
5.29	— Pluviometria média em abril (outono) . . . . .	459
5.30	— Pluviometria média em janeiro (verão) . . . . .	460
5.31	— Fortaleza. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	461
5.32	— Tianguá. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	462
5.33	— Caucaia. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	462
5.34	— Tucunduba. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	463
5.35	— São Luís do Curu. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	463
5.36	— Camocim. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	464
5.37	— Piracuruca. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	465
5.38	— Açude Sobral. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	465
5.39	— Aracatiáçu. Marcha mensal e anual da precipitação . . . . .	466
5.40	— Pluviometria total média anual . . . . .	466
5.41	— Pluviometria média em julho (inverno) . . . . .	467
5.42	— Pluviometria média em outubro (primavera) . . . . .	467

5.43	— Gradiente térmico vertical médio no Nordeste do Brasil, exceto Bahia e Maranhão . . . . .	468
5.44	— Temperatura mediana anual . . . . .	468
5.45	— Temperatura média em janeiro . . . . .	469
5.46	— Temperatura média em julho . . . . .	469
5.47	— Valores médios de P-EP (mm) . . . . .	469
5.48	— Excedente hídrico médio anual (mm) . . . . .	470
5.49	— Deficiência hídrica média anual (mm) . . . . .	470
5.50	— Número médio de meses, por ano, com deficiência hídrica . . . . .	470
5.51	— Índice de umidade de Thornthwaite . . . . .	471
5.52	— Fortaleza, CE. Balanço hídrico . . . . .	471
5.53	— Tianguá, CE. Balanço hídrico . . . . .	472
5.54	— Caucaia, CE. Balanço hídrico . . . . .	472
5.55	— São Luís do Curu, CE. Balanço hídrico . . . . .	472
5.56	— Açude Tucunduba, CE. Balanço hídrico . . . . .	472
5.57	— Piracuruca, PI. Balanço hídrico . . . . .	473
5.58	— Camocim, CE. Balanço hídrico . . . . .	473
5.59	— Açude Sobral, CE. Balanço hídrico . . . . .	473
5.60	— Aracatiáçu, CE. Balanço hídrico . . . . .	473
5.61	— Variações mesoclimáticas no espaço climático regional . . . . .	474

ESTAMPAS

5.I	A — Área representante da Unidade 217/sd . . . . .	477
	B — Salinas com tanques de evaporação . . . . .	477
5.II	A — Área de Vertissolo característico da Unidade 223/de . . . . .	478
	B — Cultura do café na serra da Ibiapaba . . . . .	478
5.III	A — Pecuária bovina . . . . .	479
	B — Pasto natural em terras da Unidade 325/eb . . . . .	479
5.IV	A — Cultura do algodão na Unidade 322/pm . . . . .	480
	B — Cultura da banana em áreas íngremes . . . . .	480
5.V	A — Bananas ensacadas para o transporte . . . . .	481
	B — Pecuária em terras da Unidade 425/eb . . . . .	481
5.VI	A — Cultura do feijão às margens do rio Acaraú . . . . .	482
	B — Cultura da cana-de-açúcar irrigada . . . . .	482
5.VII	A — Cultura do arroz irrigado . . . . .	483
	B — Cultura do feijão irrigado . . . . .	483

## PREFÁCIO

O Projeto RADAMBRASIL cumpre mais uma tarefa ao publicar e apresentar o volume 21 da série Levantamento de Recursos Naturais, que corresponde, no corte cartográfico internacional ao milionésimo, à Folha SA.24 Fortaleza, localizada entre a linha do Equador e o paralelo 04°S e os meridianos 36° e 42° WGr., abrangendo o norte dos Estados do Ceará e Piauí e uma pequena parte a nordeste do Estado do Maranhão.

Dois novos documentos compõem este volume: o Mapa de Recursos Hídricos e o Mapa Metalogenético, que preenchem um vazio existente no campo das publicações de recursos naturais. Com estes novos dados procura-se oferecer elementos adicionais aos diferentes enfoques que visam a um aceleração na urgente transformação das condições nordestinas.

As imagens de radar constituíram o elemento básico comum a todos os temas além do uso intensivo de todos os outros tipos de imagens disponíveis. Cada Divisão Técnica expõe, em partes próprias deste volume, sua metodologia específica e os trabalhos complementares para se atingirem os objetivos esperados, avaliação dos recursos naturais, além de fazer considerações e recomendações para o melhor aproveitamento dos recursos existentes.

A região é constituída predominantemente por uma superfície plana com altitudes até 200 m, ressaltando-se a leste da serra da Ibiapaba, o mais expressivo compartimento morfológico da área. blocos elevados que alcançam 1.000 m, formadores das Serras da Aratanha, Maranguape, Uruburetama, Meruoca, das Danças, Juá—Conceição e Camará.

A área compreende, em terras, águas fluviais e lacustres, 42.480 km<sup>2</sup>, estando limitada ao norte pelo Oceano Atlântico, cuja influência marinha se faz sentir e notar através de diversos aspectos característicos na fisionomia: condições climáticas áridas amenizadas, faixas de dunas e planícies fluviomarinhas, população da orla ativa na exploração e dependência dos recursos do mar, etc.

Embora o rio Parnaíba funcione como a bacia de maior expressão hidrográfica, as bacias isoladas do Acaraú, Curu, Coreaú e Ceará são as que percorrem maior extensão, todas, porém, de caráter temporário.

A deficiência no regime pluviométrico, acrescida da problemática das secas periódicas, tem requisitado permanente atenção do Governo para atender às conseqüências advindas deste estado, que atinge sobremaneira as condições de vida do habitante local. Como uma das soluções para a área têm sido recomendados e construídos reservatórios de água, destacando-se os Açudes Pentecostes, Caxitoré, Forquilha, Aires de Souza, Acaraú-Mirim e Tucunduba, todos no Estado do Ceará.

Nas cidades de Fortaleza e Sobral, no Ceará, e Parnaíba, no Piauí, estão os maiores aglomerados populacionais, sendo que a densidade demográfica é mais intensa nas áreas onde há água no subsolo e boa fertilidade das terras.

De um modo geral, existe considerável aproveitamento do sistema de comunicação, de transporte e energético. As rodovias federais, BR-222, 020 e 343, outras estaduais e um ramal da RFF S/A servem à área, contribuindo para a aceleração do seu processo de desenvolvimento econômico e social.

Apenas os aeroportos localizados em Fortaleza e Parnaíba podem atender a aterrissagem e decolagem de aviões de grande porte.

Para maior abrangência das diversidades de aspectos a serem considerados e pelo nível de conhecimentos atingidos, a Divisão de Geologia apresentou, neste volume (Capítulo 1), relatório composto de três partes essenciais: Mapeamento Regional, Recursos Minerais e sua Metalogenia e Potencial dos Recursos Hídricos.

A parte que diz respeito ao Mapeamento Regional da área trata fundamentalmente dos estudos das unidades litoestratigráficas, paleontologia, estruturas e história geológica da área.

Em Recursos Minerais e sua Metalogenia, visando-se a aperfeiçoar e aprofundar os conhecimentos sobre as leis da formação e de distribuição dos jazimentos minerais, foi introduzido, na escala de reconhecimento, um mapeamento previsional dos recursos minerais com a determinação e caracterização das unidades metalogenéticas e indicações em cartografia própria, com primazia e ineditismo, das áreas mineralizadas e de outros potenciais.

Na parte relacionada ao Potencial dos Recursos Hídricos foram feitas avaliações de caráter regional e apresentados resultados destinados às entidades interessadas nessas informações, de modo a utilizá-las em seus planos de desenvolvimento.

A Divisão de Geomorfologia caracterizou, no capítulo 2, as diferentes feições do relevo, seu posicionamento altimétrico relativo e os traços gerais da evolução da área, permitindo-lhe individualizar quatro unidades geomorfológicas: Planície Litorânea, Su-



perfície Sertaneja, Planalto da Ibiapaba e Planaltos Residuais, as quais são localizadas e descritas levando-se em consideração suas peculiaridades e implicações mais importantes.

Registra ainda, em partes do litoral, influências da transgressão marinha. Assinala evidências de antigos efeitos tectônicos reativados no Cenozóico, os quais, juntamente com os processos morfoclimáticos vigorantes, controlam a evolução do relevo regional. Destaca o predomínio de uma superfície de aplainamento pleistocênica, concluindo que a maior parte do relevo atual derivou de eventos geomorfológicos cenozóicos. Afirma serem as formas de relevo analisadas de acordo com seu melhor aproveitamento. Adverte para os problemas que poderão surgir com a expansão de técnicas agrícolas rudimentares em áreas estáveis do ponto de vista morfodinâmico e, finalmente, discute sobre as conseqüências da ocupação sem planejamento em áreas de assoreamento verificadas em açudes e portos.

O capítulo 3 é reservado ao levantamento, classificação e mapeamento das unidades de solos a nível exploratório.

No contexto do relatório estão descritas as 22 classes de solos ocorridas na área. É feita referência ao uso atual da terra e apresentadas duas tabelas com dados analíticos de 53 amostras.

Com relação aos estudos efetuados para a área foram observados próximo ao litoral, onde o relevo é predominantemente plano com precipitações pluviométricas constantes, solos de baixa fertilidade natural, destacando-se o Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico abrupto plintico, Latossolo Amarelo, Podzólico Acinzentado distrófico e Areias Quartzosas distróficas. Na área mais central (semi-árida), com escassez de chuvas, no entanto, são registrados solos com fertilidade natural alta, aparecendo o Bruno Não Cálcico, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, Litólico eutrófico e Planossolo Solódico. Pequenas manchas de Vertissolo e Brunizém Avermelhado foram encontradas no extremo oeste da Folha.

As associações dos fatores precipitações atmosféricas, bom clima e solos de média a baixa fertilidade, alguns com saturação de alumínio trocável, permitiram boa exploração agrícola na serra da Ibiapaba, ocorrendo predominantemente em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e álico e Areias Quartzosas distróficas. Nas serras da Meruoca, Uruburetama e Maranguape foram feitas referências a solos com alta fertilidade em Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico.

A vegetação, cujas informações estão contidas no capítulo 4, baseou seus estudos nos conceitos do Documento Preliminar de Uniformização da Nomenclatura Fisionômica Ecológica (1978) elaborado pela própria Divisão, referindo-se também à conciliação da nomenclatura brasileira com as fisionomias intertropicais, adotadas na América, África e Ásia.

Basicamente divide a área em quatro regiões fitoecológicas: Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual, além das Áreas das Formações Pioneiras, de Tensão Ecológica, Antrópicas e Refúgio Ecológico.

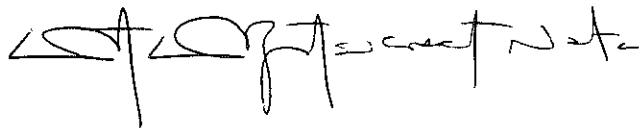
É apresentada uma correlação entre áreas vegetais — áreas climáticas, obedecendo à classificação de Bagnouls & Gaussen (1957), constatando a presença das Sub-Regiões Termoxeroquimênicas Média e Atenuada, e indica nas Áreas Antrópicas, representadas pela Vegetação Secundária e Ocupação Agropecuária, alterações ou substituição do ambiente, pela constante intervenção humana.

Em Uso Potencial da Terra, capítulo que encerra os trabalhos do Projeto RADAM-BRASIL para esta Folha, estão abordados aspectos referentes à Capacidade de Uso dos Recursos Naturais, às Relações Uso Atual — Uso Potencial e à Climatologia.

Neste volume, em substituição à metodologia existente para a Capacidade de Uso dos Recursos Naturais, foi adotada uma outra, visando a tornar adequada a identificação do potencial dos recursos naturais renováveis às imensas áreas do País, baseada nas limitações que os fatores condicionantes deste potencial ofereciam à sua correta exploração. Em decorrência, são descritas 123 unidades, agrupadas em 66 séries, 13 subclasses e 6 classes.

Para as Relações Uso Atual — Uso Potencial que são estabelecidas a nível de microrregiões homogêneas, levaram-se em consideração os parâmetros: capacidade econômica dos recursos naturais renováveis, parcela atualmente utilizada da capacidade econômica e população dependente desses recursos.

Quanto ao quadro climático chegou-se à conclusão de que é altamente favorável à economia regional, oferecendo amplas possibilidades à exploração de culturas diversificadas nesta área.



Otto Bittencourt Netto  
Superintendente Técnico e Operacional

## FOREWORD

Projeto RADAMBRASIL continues the Natural Resources Survey Series with the publication of Volume 21, corresponding to the SA.24 Fortaleza Sheet in the international cartographic division at the scale of 1:1,000,000. This area is located between the Equator and the latitude of 4° S, and the longitudes of 36° and 42° WGr., covering the northern parts of Ceará and Piauí States and small part in the northeast of Maranhão State.

This volume includes two new documents which fill an existing deficiency in the field of natural resource publications: the Water Resources Map (Mapa de Recursos Hídricos) and the Metallogenetic Map (Mapa Metalogenético). The new data provide additional information useful in the various approaches aiming at accelerating the urgent transformation of conditions in the northeast Brazil.

The radar imagery was the common basic element for all of the disciplines, supplemented by the intensive use of all other types of images available. In the appropriate parts of this volume each Technical Division records its specific methodology and the complementary studies needed to reach the objective of evaluating the natural resources, as well as making considerations and recommendations for the best use of the existing resources.

The region is mainly formed by a flat surface with altitudes up to 200 m, while to the east of the serra da Ibiapaba, which forms the most notable relief feature of the area, a series of higher blocks rising to 1,000 m becomes prominent and forms the serras da Aratanha, Maranguape, Uruburetama, Meruoca, das Danças, Jua-Conceição and Camará.

The area comprises 42,480 km<sup>2</sup> of land and fluvial-lacustrine water, and is limited to the north by the Atlantic Ocean. The influence of the sea is reflected in various characteristic aspects of the local environment: less severe arid climatic conditions, coastal plains and dunes, population of the coastal fringe exploiting dependent on sea resources etc.

Although the Parnaíba river forms the most important hydrographic basin in the area, the isolated basins of Acaraú, Curu, Coreaú and Ceará are more extensive but of temporary character. The low rainfall regime combined with the problem of periodic droughts has required permanent Government attention in dealing with its consequences, which greatly affect the living conditions of the local population. Water reservoirs have been recommended and constructed as one solution for the area, and include the Pentecostes, Caxitoré, Forquilha, Aires de Souza, Acaraú-Mirim and Tucunduba dams, all located in Ceará State.

The towns of Fortaleza and Sobral, in Ceará, and Parnaíba, in Piauí, are the largest population centres, while the demographic density is highest in the areas with subsurface water and good soil fertility. The communication, transport and energy systems are generally well used; the area is served by the federal highways BR-222, 020 and 343, state highways, and a branch line of the RFF S/A, contributing to acceleration of the process of economic and social development. The airports of Fortaleza and Parnaíba are the only ones suitable for handling large aircraft.

As a function of the level of knowledge obtained and to provide a more comprehensive treatment of the various aspects of the geological situation, the Geology Division presents a report in Chapter 1 of this volume, with three essential divisions: Regional Mapping, Mineral Resources and their Metallogeny, and Water Resources Potential. The Regional Mapping of the area fundamentally involves the studies of the lithostratigraphic units, paleontology, structures and the geological history. Mineral Resources and their Metallogeny introduced a forecasting map of mineral resources at reconnaissance scale, with the aim of improving and increasing the understanding of the laws of formation and distribution of mineral deposits. This map defines and characterizes the metallogenetic units, and indicates the mineralized areas and those of potential using a special type of cartography which is without precedent and previously unpublished. In the section related to Water Resources Potential, regional evaluations were made and results were presented for the interested authorities so that they may be used in the relevant development plans.

In the Chapter 2 the Geomorphology Division characterized the various relief features, their relative altitudes and the general outline of the evolution of this area, with the definition of four geomorphological units: Coastal Plain (Planície Litorânea), "Sertaneja" Surface (Superfície Sertaneja), Ibiapaba Highlands (Planalto da Ibiapaba) and Residual Highlands (Planaltos Residuais). These units were localized and described, taking into consideration their individual characters and more important implications.

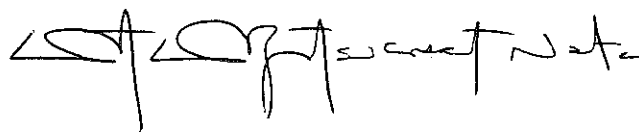
Marine transgression influences were recorded along parts of the coastline, while evidence was noted of ancient tectonic features reactivated in the Cenozoic which control the evolution of the regional relief in conjunction with the morphoclimatic process in force. The dominance of a Pleistocene planation surface was emphasized, with the conclusion that most of the present relief was derived from Cenozoic geomorphological events. The relief forms were analyzed according to their optimum use, and warnings were given about the problems which could arise with the expansion of rudimentary agricultural techniques in areas which are stable from the morphodynamic point of view. Finally, the consequences of unplanned occupation were discussed in relation to confirmed areas of silting up in dams and harbours.

Chapter 3 is devoted to the survey, classification and mapping of the soil units at an exploratory level. The report describes 22 soil classes occurring in the area, reference was made to the present land use and two tables with analytical data from 53 samples were presented.

Soils of low natural fertility were observed near the coast, where relief is mainly flat with regular rainfall, distinguishing the following classes: plinthitic "abruptic" dystrophic Red-Yellow Podzolic Soil, dystrophic greyish Podzolic Soil, Yellow Latosol and dystrophic Quartzose Sands. In the more central (semi-arid) area, showing a lack of rainfall, soils of high natural fertility were recorded, with the appearance of Non-calcic Brown Soil, Eutrophic Red-Yellow Podzolic Soil, eutrophic Lithosol and Solodic Planosol. Small patches of Vertisol and Reddish Prairie Soil were found in the extreme west of the Sheet. The association of atmospheric precipitation, good climate and soils of medium to low fertility, some with saturation of exchangeable aluminium, allowed good agricultural exploitation in the serra da Ibiapaba, with the dominant occurrence of dystrophic and allic Red-Yellow Latosol and dystrophic Quartzose Sands. In the serras da Meruoca, Uruburetama and Maranguape high fertility soils were noted in the class of Eutrophic Red-Yellow Podzolic Soil.

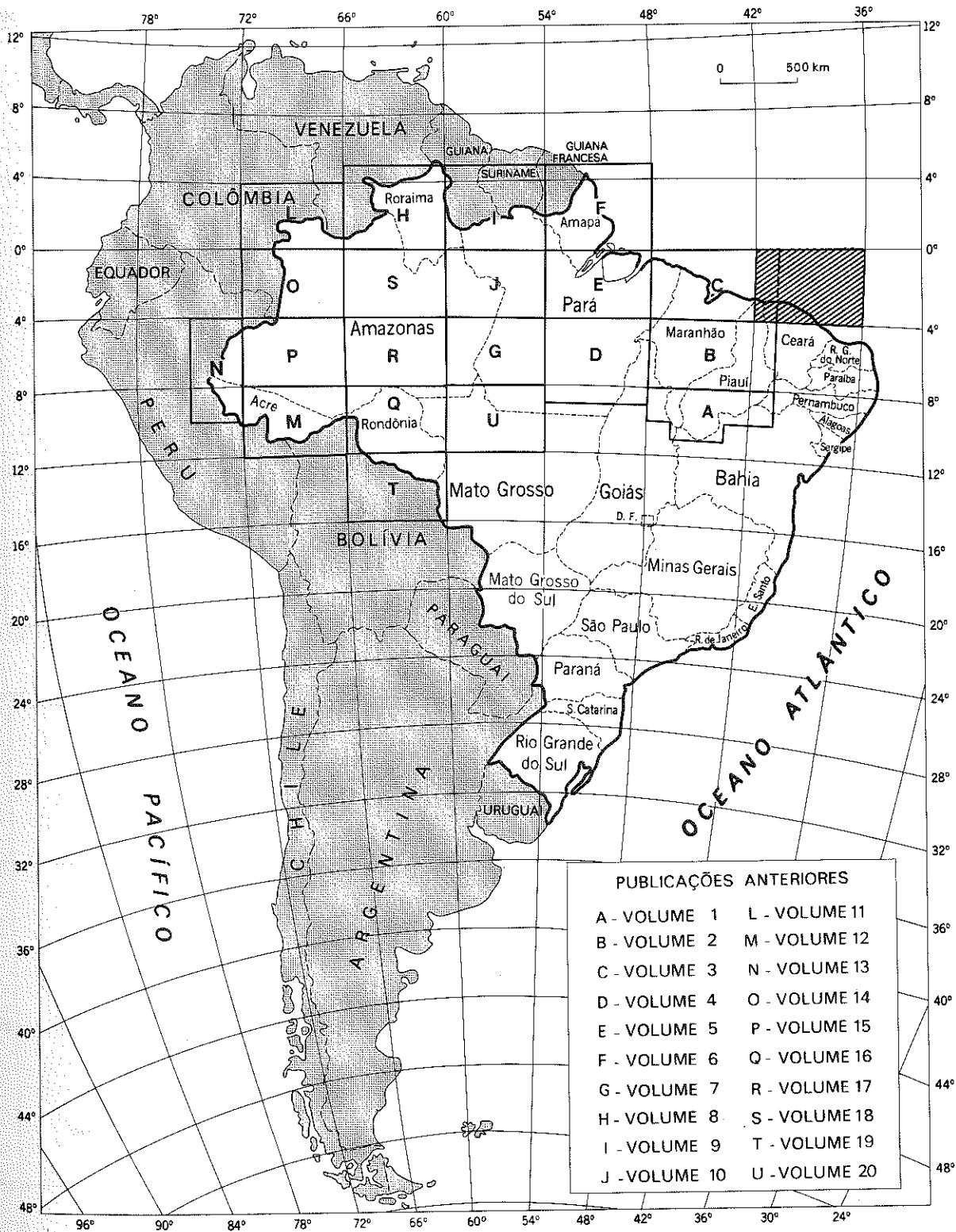
The studies of vegetation contained in Chapter 4 are based on the concepts elaborated by the Vegetation Division in the "Preliminary Document of Uniformization of the Ecological Physiognomic Nomenclature" (1978), which also refers to the agreement of the Brazilian nomenclature with the tropical forms adopted in America, Africa and Asia. The area is basically divided in four phyto-ecological regions: Savanna (Cerrado), Steppe (Caatinga), Open Tropical Rain Forest and Semi-Deciduous Seasonal Forest, as well as "Pioneer Formations", Ecological Tension, Human Activity and Ecological Refuge Areas. A correlation between vegetation and climatic areas was presented, following the classification of Bagnouls and Gaussen (1957), which established the presence of the Medium and Attenuated Thermoxerochimeric Hot Tropical Subregions. The Human Activity Areas, represented by Secondary Vegetation and forming occupation, show alterations or replacement of the environment due to constant human intervention.

In the chapter of Potential Land Use, which concludes the studies of Projeto RADAMBRASIL in this Sheet, various aspects are considered with reference to the Capacity of Using the Natural Resources, to the Relations of Present Use—Potential Use, and to Climatology. In this volume another methodology for the Capacity of Using the Natural Resources was adopted to replace that already existing, with the aim of making an adequate identification of the potential of renewable natural resources in vast areas of Brazil, based on the limitations for their correct exploitation presented by the conditioning factors of the potential. Following from this, 123 units were described and grouped in 66 series, 13 subclasses and 6 classes. For the Relation of Present Use—Potential Use, established at the level of homogeneous microregions, the following parameters were considered: economic capacity of the renewable natural resources, proportion of the economic capacity presently utilized and population dependent on these resources. It was also concluded that the climatic situation is highly favourable to the regional economy, providing ample possibilities for the exploitation of various types of cultivation in this area.

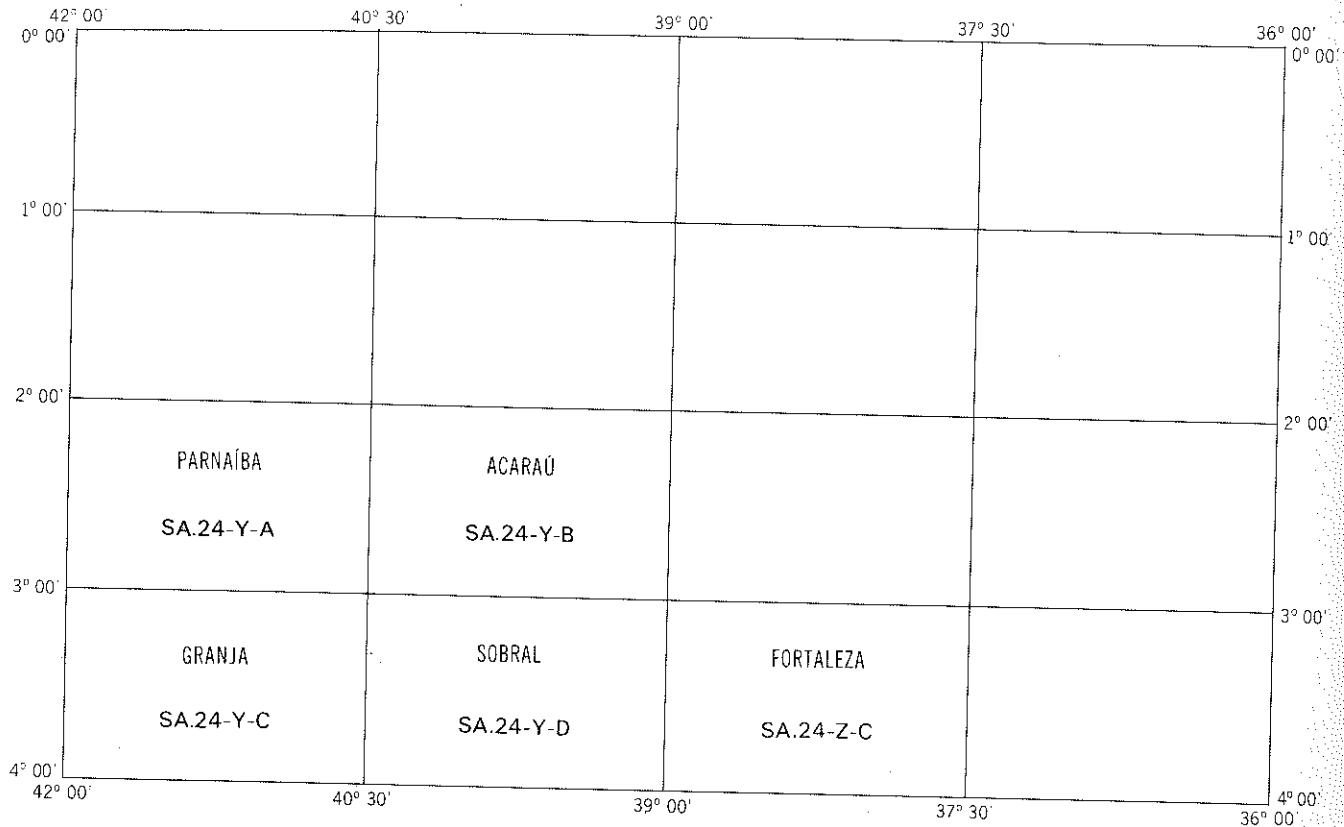


Otto Bittencourt Netto  
Superintendente Técnico e Operacional

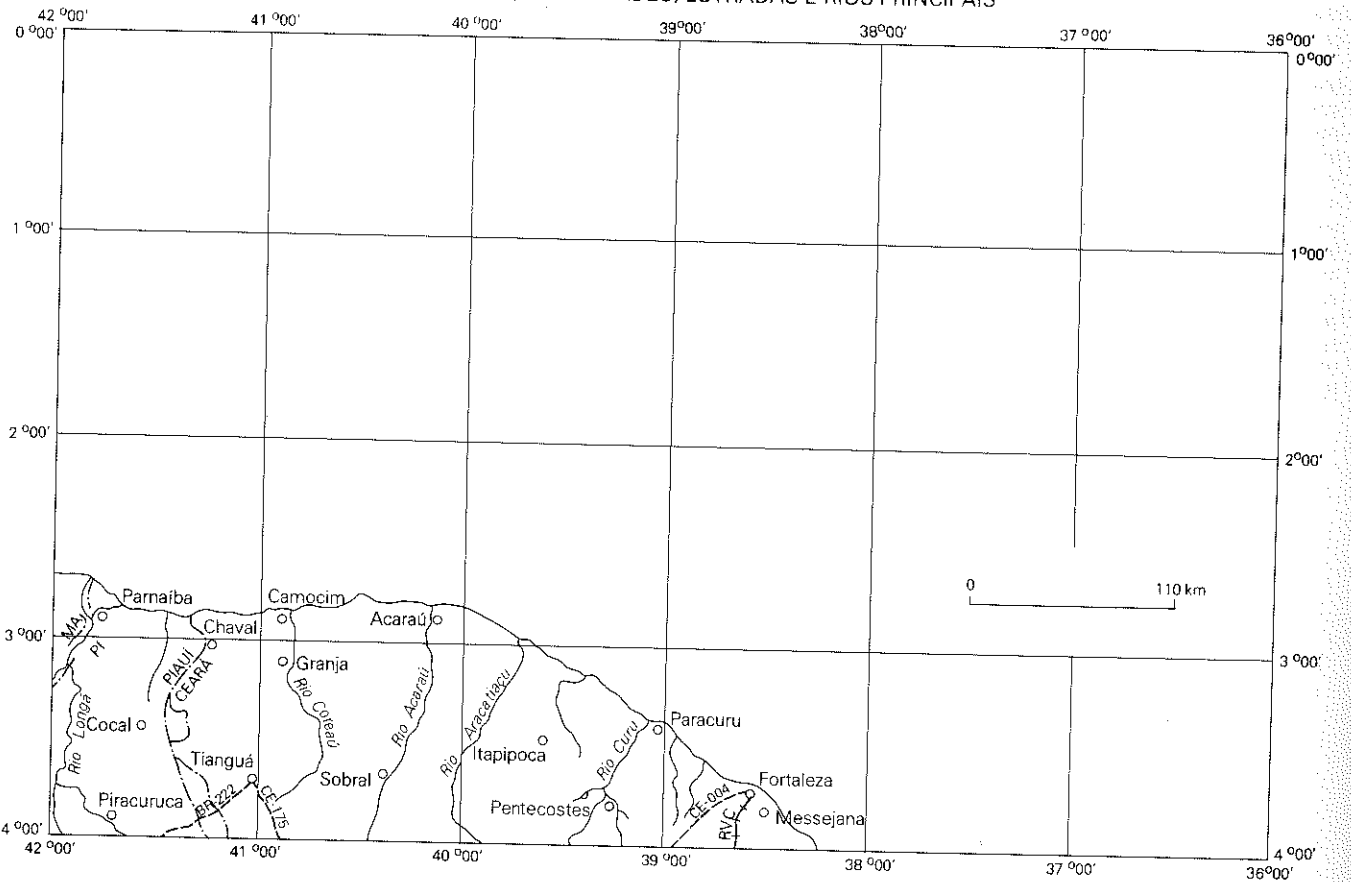
## LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



FOLHAS NA ESCALA 1:250.000



LIMITES POLÍTICOS, LOCALIDADES, ESTRADAS E RIOS PRINCIPAIS



# **1 – GEOLOGIA**

## **MAPEAMENTO REGIONAL**

Dilermando Alves do Nascimento  
Américo Gava  
Joni de Lima Pires  
Wilson Teixeira

## **RECURSOS MINERAIS E SUA METALOGENIA**

Francisco Assuero Bezerra de França  
Emília Maria Almeida Cabral

## **POTENCIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Walter José Pereira Stamford  
Antonio Giacomini Ribeiro  
Marcelo José Gonçalves Barros  
Ronaldo Aurélio da Fonseca

Nas etapas de campo, laboratório e gabinete (mapa e relatório), integraram a equipe como participantes do presente trabalho:

Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão  
Mário Ivan Cardoso de Lima  
Luiz Guilherme da Mota Pereira  
Daniel Silva da Luz  
Diógenes de Almeida Campos  
Helga Emília Franke de Castro

A coordenação dos trabalhos esteve sob a responsabilidade técnica dos geólogos: Dilermando Alves do Nascimento (Geologia), Francisco Assuero Bezerra de França (Metalogenia) e Walter José Pereira Stamford (Recursos Hídricos).

Os autores contaram com a participação de:

**ASSESSOR**

Roberto Silva Issler

**CONSULTORES EXTERNOS**

Benjamin Bley de Brito Neves  
Edson Franco Suszczynsky

**AGRADECIMENTOS**

A Divisão de Geologia do Projeto RADAMBRASIL agradece à CPRM (Fortaleza), ao 4.º Distrito do DNPM Residência de Fortaleza, à PROMISA (Ceará), ao DNOCS (Ceará) e à SUDENE, pelas colaborações prestadas, e à geóloga Zenaide Fonseca de Melo pelas diversas análises petrográficas realizadas.

Relatório elaborado de outubro/78 a maio/79  
Diretor no período: Jaime Franklin Vidal Araujo



## RESUMO

Este relatório apresenta e discute os resultados do mapeamento geológico, utilizando principalmente interpretações de imagens de radar, com auxílio de imagens Landsat, complementadas por trabalhos de campo, além do nível de conhecimentos acumulados pelas pesquisas anteriores, referentes à Folha SA.24, que ocupa uma área de 42.480 km<sup>2</sup> e abrange terras dos Estados do Ceará e do Piauí.

Esta área encerra associações petrotectônicas de idade pré-cambriana pertencentes aos Complexos de Granja e Nordestino, seqüências ectiníticas epimetamórficas do Grupo Martinópole, além das rochas cambro-ordovicianas dos Grupos Ubajara e Jaibaras, granitos pós-orogênicos, vulcanismo de caráter básico, intermediário a ácido, como também coberturas sedimentares paleozóicas da Sinéclise do Parnaíba e mesocenozóicas do Grupo Barreiras, incluindo Dunas, Colúvios e Aluviões.

Nos domínios desta Folha, são destaques as análises e estudos realizados sobre as divergências formalizadas que envolvem as diversas unidades litoestratigráficas e sobre os aspectos e conceituações geotectônicas. Neste contexto, são discutidas e apresentadas soluções mais consoantes e que melhor retratam o nível dos conhecimentos atingidos na área em epígrafe. Assim algumas destas unidades litoestratigráficas foram submetidas a datações radiométricas, que forneceram importantes subsídios para o entendimento da evolução geológica esboçada, mais especificamente no âmbito das áreas pré-cambrianas.

No desenvolvimento da pesquisa metalogenética da Folha SA.24 Fortaleza, foram utilizados, além dos princípios e métodos da metalogenia de base, aqueles concernentes à metalogenia pre-visual. Portanto, o mapa é de caráter também pre-visual, pois, além de definir áreas mineralizadas, sugere e indica áreas previsivelmente mineralizadas, apresentando os jazimentos caracterizados segundo seu tamanho, morfologia, tipo genético e quimismo; as unidades metalogenéticas e as áreas mineralizadas e previsivelmente mineralizadas.

Nesta Folha, foram identificadas e caracterizadas quarenta e quatro unidades metalogenéticas, agrupadas em três classes: Unidades Metalogenéticas Taxonômica e Hierarquicamente Defini-

das; Unidades Metalogenéticas Hierarquicamente não Definidas e Unidades Metalogenéticas Taxonômica e Hierarquicamente não Definidas.

Dentre as unidades maiores foram destacadas: uma Província Metalogenética auro-urano-opalífera, com continuidade além dos limites da Folha SA.24 Fortaleza; um Distrito Metalogenético Diatomífero; um Setor Metalogenético de natureza cupro-plumbo-zinco-manganesífero; um Setor Metalogenético encerrando sete unidades menores, sendo três Campos Metalogenéticos de natureza calcária, um Campo e um Núcleo Metalogenético essencialmente piritosos e mais dois Núcleos Metalogenéticos, um ferífero e outro cuprífero; um Setor Metalogenético de natureza calcária, com mineralizações de sais de potássio e sódio; três Faixas Metalogenéticas, uma de natureza ferífera e duas de natureza calcário-dolomítica.

Para os trabalhos visando ao Potencial de Recursos Hídricos dividiu-se a área em pauta em onze Bacias Hidrográficas, sendo quantificadas as suas potencialidades hidrológicas através de três matrizes e do balanço hídrico. A matriz de caracterização permite avaliar em separado cada parâmetro natural influente na circulação do mineral água. A matriz de determinação numérica quantifica o Potencial Hídrico Subterrâneo, e a matriz de controle fornece os parâmetros hidrodinâmicos das Formações Aquíferas por unidade litoestratigráfica da Bacia Hidrográfica. O balanço hídrico permite quantificar o potencial de superfície.

A complexidade de fatores atinentes ao ciclo hidrológico, aliado à falta de informações confiáveis relativas às condições de circulação superficial e subterrânea, recebe um tratamento subjetivo sempre procurando-se uma representação coerente com a realidade hidrológica da área.

As potencialidades hídricas são integradas em um único mapa através de uma legenda alfa-numérica, que possibilita uma fácil correlação com o Mapa Geológico, que é utilizado como substrato.

São apresentadas as reservas subterrâneas e de superfície relativas a cada unidade da bacia hidrográfica, assim como enfoca as relações específicas do mineral água com o solo, vegetação, geomorfologia e litologia.

## ABSTRACT

This report presents and discusses the results of a geological mapping, using mainly radar images interpretations, by the help of Landsat images, complemented by field works, beside the summation of knowledge from previous research, referred to SA-24 sheet, that occupies an area of 42.480 square kilometers and involve geographic and political areas from Ceará and Piauí states.

This area incloses petrotectonics associations of precambrian age that belong to Granja and Nordeste complexes, epimetamorphic ectinite sequences from Martinópolis group beside cambro-ordovician rocks from Ubajara and Jaibaras groups, post-orogenic granites, volcanism of basic, intermediary to acid character, as well as paleozoic sedimentary covertures from Parnaíba syncline and medium-cenozoic from Barreiras group, including dunes, colluvium and alluvial deposits.

In the dominions of this sheet, are conspicuous analysis and studies realized about formalized divergences that involve various lithostratigraphic units and about the aspects and geotectonic concepts. In this context are discussed, and presented solutions that syntonize better and give a better portrait of knowledge level attained on the above area.

So, some of the lithostratigraphic units were submitted to radiometric determination, that provides important supports to the understanding of the geological evolution, mainly on precambrian areas.

Into the development of the metallogenetic research from SA-24 Sheet-Fortaleza, were used, besides the principles and methods of basic metallogeny, those ones regarding to previsional metallogeny. Therefore its map has also a previsional character, since, beside to define mineralized areas, suggests and indicates areas previsionally mineralized, displaying the "gisements" which are characterized according to their size, morphology, genetic type and chemism; the metallogenetic units and the mineralized areas and the previsionally mineralized ones.

In this sheet were identified and characterized forty-four metallogenetic units, gathered in three classes: Metallogenetic Units Taxonomic and Hierarchically Defined; Metallogenetic Units Hierar-

chically Non-defined and Metallogenetic Units Taxonomic and Hierarchically Non-defined.

Among the greatest units are detached: a gold-uranium-opaliferous Metallogenetic Province, with continuity beyond the SA-24 Sheet-Fortaleza limits; a Diatomiferous Metallogenetic District; a Metallogenetic Sector of copper-lead-zinc-manganiferous nature; a Metallogenetic Sector enclosing seven small units, being three Metallogenetic Fields of limestonic nature, a Field and a Metallogenetic Knot essentially pyritic and two others Metallogenetic Knots, a ferriferous and a cupriferous one; a Metallogenetic Sector of limestonic nature, with mineralizations of sodium and potassium salts; three Metallogenetic Sashes, one of ferriferous nature and the two others of limestone-dolomitic one.

In order to realize the work that aims the Hydric Resources Potential from the area on the agenda, that one was divided in eleven hydrographical basins, being quantified their hydrological potentialities through three matrices and the hydric balance. The characterization matrix allows to evaluate under separate cover each natural parameter that influences on circulation of the water (water as a mineral).

The matrix of numerical determination quantifies the Subterranean Hydric Potential and the Control Matrix provides the hydrodynamic parameters of the water-bearing formations by lithostratigraphic units of the hydrographical basins.

The complexity of factors pertinent to hydrological cycle allied with the lack of reliable informations related to superficial and subterranean conditions of circulation, withstands a subjective treatment always searching a representation coherent with the hydrological reality of the area.

The hydric potentialities are integrated on a single map through an alfa-numerical legend that makes possible an easy correlation with the geological map, which is used as the substratum.

The superficial and subterranean resources are presented related to each unit of the hydrographical basin. And so, focalizes the specific relations of the water as a mineral with soil, vegetation, geomorphology and lithology.

## 1.1 — MAPEAMENTO REGIONAL

### 1.1.1 — INTRODUÇÃO

#### 1.1.1.1 — Localização

A área, cujos resultados do levantamento geológico realizado através da utilização de imagens de radar e outros sensores são apresentados neste trabalho, ocupa 42.480 km<sup>2</sup>, abrangendo terras dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão; seus limites situam-se pelo corte cartográfico internacional que constituem a Folha SA.24 Fortaleza, entre a linha Equatorial e o paralelo de 04°00' S e os meridianos de 36°00' e 42°00' WGr. (ver figuras de Localização da Folha: Folhas na Escala 1:250.000 e Limites políticos, localidades, estradas e rios principais, no início deste volume).

Este relatório se complementa com o mapeamento na escala 1:100.000, abrangendo tratos referentes às Folhas SA.24-Y-C, Y-D e Z-C, região setentrional do Nordeste do Brasil, bem como incorpora as áreas localizadas na orla litorânea, parte meridional das Folhas SA.24-Y-A, Y-B e Z-C, cuja maior distribuição de áreas acha-se compondo a plataforma continental, estando submersas pelas águas do oceano Atlântico.

A expressão fisiográfica de maior configuração da área está representada pela escarpa da serra da Ibiapaba, que constitui a borda norte da Sinéclise do Parnaíba, cuja forma alongada estende-se na direção sudeste desde Ibiapina, curvando-se suavemente para noroeste à altura da região de Ibuguaçu.

Margeando a borda da sinéclise, ocorrem áreas aplainadas que se estendem em várias direções contornando formas de relevos topograficamente elevados, com feição de destaque para o planalto que constitui a serra da Uruburetama.

A sua rede de drenagem principal corresponde a bacias isoladas, onde se sobressaem as dos rios Parnaíba, Acaraú, Curu, Coreaú e Ceará. Os seus sistemas de drenagem secundários são bastante escassos, o que reflete as próprias condições climáticas áridas das áreas nordestinas. Como principal tributário da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, temos o rio Longá com extensão considerável, tendo como afluente pela margem esquerda o rio Piracuruca.

A densidade demográfica é razoavelmente elevada, com centros populacionais em várias porções da área. Destas, destacam-se as cidades de Fortaleza e Sobral no Ceará e Parnaíba no Piauí, como as de maior agrupamento populacional.

A região em apreço está bem servida de vias de comunicação, transporte e suprimento energético. As rodovias federais, BR-222 e BR-343, seccionam a área nos sentidos leste-oeste e norte-sul, respectivamente, e funcionam como elementos básicos da rede viária estadual. Uma densa rede de estradas secundárias de primeira e segunda ordem assegura o acesso a todos os núcleos populacionais. Conta ainda a área em epígrafe com um ramal da RFFSA ligando Fortaleza a Parnaíba e ao porto de Luiz Correia.

#### 1.1.1.2 — Objetivos

O Projeto RADAMBRASIL tem por meta primordial mapear e avaliar recursos naturais, em escala regional e a relativo curto prazo, a fim de que, alcançados esses objetivos, as regiões mais promissoras sob o ponto de vista de suas potencialidades naturais sejam submetidas a estudos mais detalhados.

Diante desse quadro, a apresentação dos Mapas Geológico, Metalogenético Previsional e Potencial de Recursos Hídricos da Folha SA.24 Fortaleza, acompanhando o relatório explicativo, constitui o principal objetivo da Divisão de Geologia.

#### 1.1.1.3 — Método e material

A metodologia adotada durante a execução dos trabalhos de mapeamento geológico da Folha SA.24 foi a mesma utilizada pelo Projeto RADAMBRASIL para outras áreas, como segue:

- consulta bibliográfica para análise e seleção da documentação geológica para uma avaliação do nível de conhecimento da área;
- interpretação preliminar, utilizando-se mosaicos semicontrolados de imagens de radar na escala 1:250.000, auxiliada por imagens Landsat de composição colorida, canais 5-7, na escala 1:1.000.000 e preto e branco canal 7, na escala 1:500.000;
- mapa preliminar, baseado nos itens acima referenciados;
- seleção para verificação no campo de alvos em seções geológicas de maior representatividade, objetivando confirmar algumas feições geológicas, tais como: estruturas circulares, contatos litológicos etc., discriminados na interpretação preliminar;
- trabalho de campo, utilizando-se viaturas terrestres, percorrendo-se os principais eixos rodoviários e estradas secundárias além de penetrações laterais em área de difícil acesso;
- mapas de amostragem na escala 1:250.000 e 1:1.000.000;
- análises petrográficas, geocronológicas, químicas, etc.;
- interpretação final na escala 1:250.000 e redução (fotolítica) à escala ao milionésimo; e

— redação do Relatório Final e compilação do Mapa Geológico sobre base cartográfica elaborada pelo Projeto RADAMBRASIL.

Cumpramos ressaltar que o relatório e o Mapa Geológico aqui apresentados são frutos de um trabalho de equipe, com as principais atividades assim desenvolvidas: Nascimento & Gava na redação da maior parte do relatório; Gava & Nascimento na interpretação das imagens e elaboração dos mapas com assistência de Lima; Pires & Luz no item dedicado à petrografia; Teixeira, com a participação de Tassinari & Siga Júnior, nas determinações radiométricas e interpretações dos dados geocronológicos; Campos & Castro na parte da Paleontologia; participação especial dos assessores: Issler Brito Neves e Suszczynski.

#### A) Generalidades geocronológicas

Cerca de noventa e oito análises radiométricas Rb/Sr e K/Ar (Fig. 1.1) são disponíveis para a Folha SA.24. Deste total, 29 datações (23 Rb/Sr e 6 K/Ar) foram executadas durante o ano de 1978, pelo Projeto RADAMBRASIL, no Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) através de convênio com o Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

São aqui também incluídos dados radiométricos inéditos (Brito Neves, 1978), relativos ao programa de reconhecimento geocronológico do Nordeste brasileiro que é subvencionado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Acrescente-se ainda que datações adicionais para a Folha SA.24 acham-se no momento em execução no CPGeo, sendo devidas ao convênio IGUSP/CPRM e a geólogo bolsista do CNPq.

#### 1. Metodologia

A maior parte das análises geocronológicas apresentadas são relativas ao método Rb/Sr em rocha total. No CPGeo, a dosagem dos elementos rubídio e estrôncio foi efetuada por fluorescência de raios X, admitindo-se um erro médio de 2% nos valores entre 50 e 500 ppm. Amostras com quantidades fora deste intervalo foram dosadas por diluição isotópica, segundo técnicas discutidas em Kawashita (1972).

A reprodutibilidade analítica do método acha-se representada pelas amostras SJA-1 e SJA-2 (Tab. VIII) que, analisadas em duplicata, acusaram idades concordantes. Adicionalmente, a cada con-

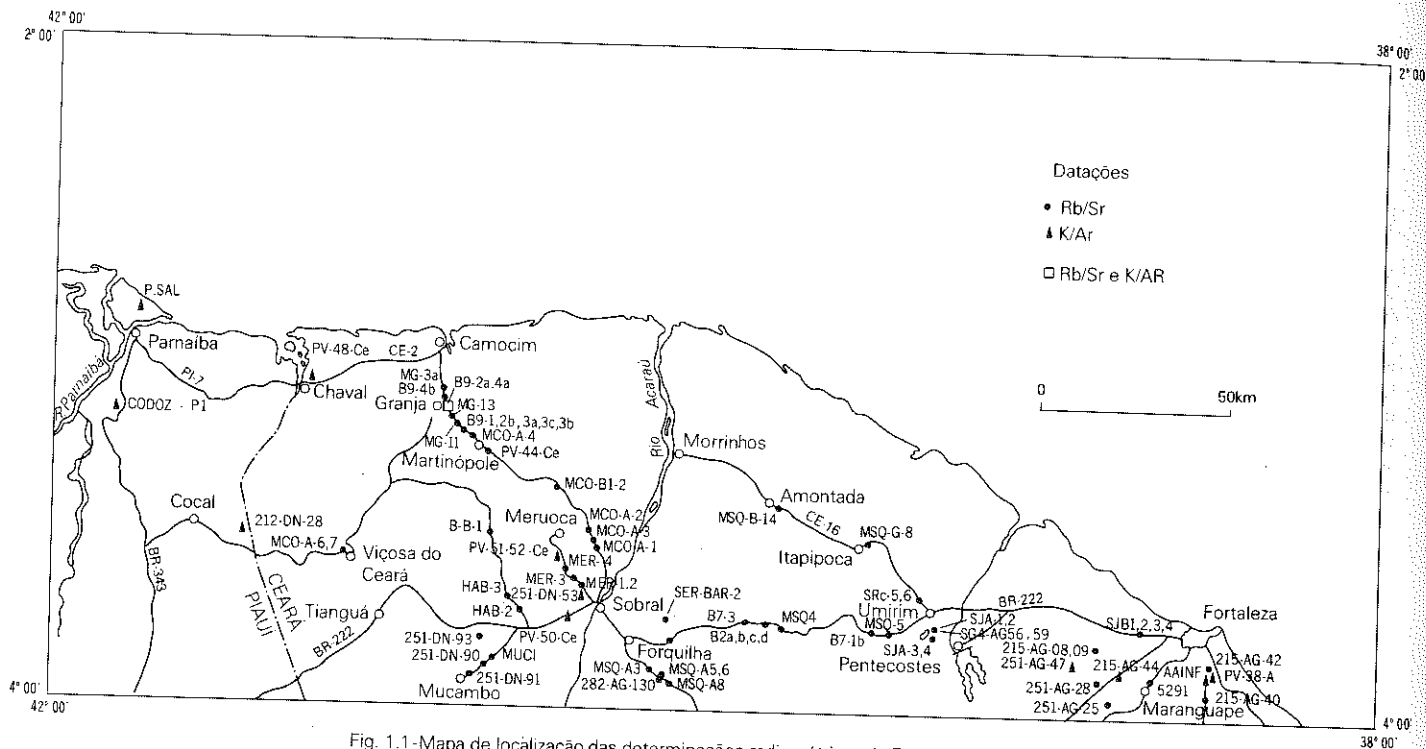


Fig. 1.1 - Mapa de localização das determinações radiométricas da Folha SA.24 Fortaleza.

junto de 10 amostras, analisou-se o padrão interno do CPGeo que evidenciou resultado analítico coerente.

As análises espectrométricas Rb/Sr foram realizadas em aparelho Varian Mat, tipo TH5, cujas características acham-se descritas em Torquato (1974). Os valores obtidos para a relação  $Sr^{87}/Sr^{86}$  foram normalizados considerando como constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ . Os demais parâmetros utilizados foram:

$$Rb^{85}/Rb^{87} = 2,6027 \pm 0,0480$$

$$\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

Seguindo convenções recentemente propostas por Steiger & Jager (1978), os diagramas isocrônicos apresentados no texto possuem resultados analíticos de computador também para  $\lambda_{Rb} = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ .

As datações K/Ar executadas pelo RADAMBRASIL referem-se a feldspatos e rochas totais, somando 6 determinações. As técnicas relativas ao método acham-se descritas em Amaral *et alii* (1966). As dosagens de potássio foram efetuadas por fotometria de chama e absorção atômica, havendo controle do erro percentual entre os dois métodos. A espectrometria foi executada em aparelho Nuclide, tipo Reynolds.

Admite-se um erro médio de 3% para o método K/Ar. As constantes utilizadas foram:

$$K^{40} \text{ em } K_{\text{total}} = 1,19 \times 10^{-2}$$

$$\lambda_{\text{Total}} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

## 1.1.2 — ESTRATIGRAFIA

### 1.1.2.1 — Descrição das unidades litoestratigráficas (Fig. 1.2)

#### 1.1.2.1.1 — Complexo de Granja

##### A) Generalidades

As primeiras informações geológicas de âmbito inter-regional de que se têm notícias sobre o conjunto de rochas de idade pré-cambriana aflorante entre os municípios de Granja e Parnaíba devem-se a Kegel, Scorza e Coelho (1958), que pela primeira vez elabo-

boraram um esboço tectônico para o norte do Ceará. Naquele trabalho, os autores definiram, como parte do embasamento cristalino, uma seqüência de litologias compostas de: "gnaisses, mica-xisto, filito, calcário e quartzito, energicamente dobrados" que correspondem, na área em epígrafe, à porção mais noroeste do que eles denominaram de "corpo orogênico de Coreaú".

Trabalhos posteriores realizados nessa mesma região corroboram com a idéia de Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), utilizando para a área a mesma denominação (Moraes *et alii apud Costa et alii*, 1973).

Kegel (1965), tratando de uma reavaliação da geologia do Nordeste, ainda que de modo indireto, surge como o proponente de uma possível ligação entre o "núcleo cratônico de São Luís" com a porção delimitada como "bloco de Coreaú", ao norte do "lineamento São Luís".

A possibilidade de ocorrência de rochas das faixas birrimianas no extremo noroeste do Ceará foi levantada baseando-se nos esquemas de reconstrução pré-deriva, como fração da zona cratônica do oeste africano ligado ao bloco brasileiro (Almeida *apud Brito Neves*, 1975).

Coube a Ferreira (1967) apresentar o primeiro estudo preliminar sobre as possibilidades geoeconômicas para prospecção de carnalita nos lagos salgados Sobradinho e João Bento no município de Luiz Correia.

Com esse objetivo, aquele autor individualizou e cartografou, nas regiões de Bom Princípio, São Domingos, Chaval e outros municípios vizinhos, litologias as quais são referenciadas informalmente como: "Granito de Pedra de Sal, Granito de Marizeira, quartzitos e itabirito, gnaisses e xistos e granitos pórfiros do Pré-Cambriano Indiviso".

Silva & Silva (1970), em pesquisas realizadas para montagem do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, executado pela SUDENE, tomam como base litocartográfica para a área em estudo a mesma individualização litológica definida por Ferreira (*op. cit.*), bem como aceitam as idéias de Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), sobre o estilo tectônico.

Santos *et alii* (1972), na elaboração do Mapa Geológico preliminar do Estado do Ceará, admitem para as litologias que ocorrem na

ERA	PERÍODO	IDADE (MA)	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA			SIMBOLOGIA	LITOLOGIA		
			Complexo	Grupo	Formação				
Cenozóico	Quaternário				Discordância	Qa	Aluviões: areia fina, grossa, cascalhos e argilas		
						Qc	Colúvios: material detrítico, inconsolidado, mal classificado		
						Qd	Dunas: areia fina, média. Inclui areia de praia, fina, grossa, contendo níveis centimétricos de minerais pesados		
	Terciário	34 ± 2		Barreiras	Vulcanismo Alcalino	TQb	Argilas variegadas, arenitos, conglomerados		
						TA	Fonólitos, aegirina fonólito, traquitos nefelínicos e foialtos dominantes		
Mesozóico	Cretáceo				Itapeturu Discordância Orozimbo	Ki	Arenitos finos, caulínicos, argilitos vermelhos		
	Jurássico Médio	171 ± 5				Discordância	Jo	Diabásio a augita e pigeonita, com diferenças locais para quartzodiabásio	
Paleozóico	Devoniano				Cabeças	Dc	Arenitos finos, médios, argilitos, estratificação cruzada e marcas de onda		
						Pimenteiras	Dp	Arenitos finos, siltitos, estratificação cruzada e paralela	
	Siluriano Inferior					Serra Grande	SDsg	Conglomerados, arenitos finos, grosseiros, arco-seanos e ortoquartzíticos, estratificação cruzada	
							Discordância Aprazível	€Oja	Conglomerados, brechas, seixos e matacões de vulcânicos, granitos, arenitos e calcário
	Cambro-Ordoviciano				Jaibaras	Discordância Pacujá	€Ojp	Arenitos finos, líticos, grauvacas, conglomerados e brechas	
						Massapê	€Ojm	Conglomerados, brechas basais, seixos, calhaus e matacões de migmatito, gnaisses, vulcânicos, quartzitos, filitos, quartzo, arenitos e granitos	
						Discordância Granito Meruoca	€ym	Biotita-hornblenda-granito granófiros de composição granítica e riolitos	
	Cambriano	400-500	512 ± 10			Granito Mucambo	€ymu	Biotita-hornblenda-granito, hornblenda-quartzo-sienito e granito leucocrático	
							Granito Serra da Barriga	€yb	Microclina-biotita-granito grosseiro com fácies porfiróide
							Vulcanismo Parapul	€pa	Riolitos, riocacitos, andesitos, basaltos
Discordância Frecheirinha							€uf	Calcário cinza, brechado, apresentando localmente níveis margosos, dolomíticos e grfitosos	
Pre-Cambriano	Superior	630		Uajarã	Caíças	€uc	Ardósias com bancos pouco espessos de ortoquartzitos		
						Trapiá	€ut	Arenitos finos, feldspáticos, estratificados, hornfels	
						Discordância	pCm	Ardósias, filitos e xistos, calcários e quartzitos, fácies xisto-verde	
	Médio a Inferior(?)	670-490-Remobilização 650-Rejuvenescimento 855 ± 166-Granitização 1.600-Re-homogeneização 2.000 670-490-Remobilização 1.600-Re-homogeneização	Nordestino		Granja	pCn = pEgr	<p>pCn Migmatitos, biotita-hornblenda-gnaisses, granada-gnaisses, anfíbolitos, calcários cristalinos, calcossilicatados, rochas graníticas a granodioríticas, granada-biotita-xistos, quartzitos, gnaisses feldspatizados, sienito, fácies anfíbolito e granuíto (?)</p> <p>pCgr Migmatitos, biotita-hornblenda-gnaisses, almandina-biotita-gnaisses, granitos porfiróides grosseiros, quartzitos ferríferos feldspatizados, fácies granulito</p>		

Fig. 1.2 — Sumário da estratigrafia.

faixa entre Granja e Parnaíba uma continuidade espacial e física com a associação de rochas que formam o embasamento cristalino do Estado do Ceará, cartografadas como pertencentes ao Pré-Cambriano Indiviso.

Nunes, Lima e Barros Filho (1973), realizando o mapeamento das Folhas SA. 23 e parte da Folha SA. 24, afirmam que a seqüência de rochas que se distribuem ao longo da borda da Bacia do Piauí—Maranhão constitui um prolongamento do Grupo Caraíba.

Costa *et alii* (1973), após desenvolverem estudos geológicos e petrológicos da parte ocidental da Folha SA. 24, Projeto Jaibas, preencheram todos os requisitos que faltavam para uma melhor caracterização e individualização da seqüência de rochas que compõem o Alto Estrutural de Granja, assim reportado por aqueles autores: "Na forma aqui conceituada, a unidade "C" do Pré-Cambriano corresponde, na área do Projeto, à porção do embasamento cristalino situada entre a zona de cisalhamento de Jaguarapi e a costa atlântica, litologicamente constituída por migmatitos homogêneos, granitóides metassomáticos e, secundariamente, quartzitos impuros, em parte ferríferos e cataclásitos".

Brito Neves (1973) amplia os conhecimentos geotectônicos e estabelece novos conceitos para a geologia pré-cambriana do Nordeste Oriental, individualizando vários "altos tectônicos" em torno dos quais se desenvolveram "faixas de dobramentos". Nesse sentido reporta-se sobre o "Alto Tectônico de Granja" assim: "Em particular, o maciço de Granja se alinha com as exposições do "Cráton São Luís—Gurupi" de reconhecida idade transamazônica e do qual, provavelmente, constitui um prolongamento oriental. E mais, como veremos, há polaridade orogênica para ele dirigida".

Como se pode observar no texto anterior, Brito Neves (1973) corrobora a idéia original de Kegel (1965), sobre a possível ligação das áreas cratônicas de São Luís, definidas por Almeida (1967) com a porção do embasamento cristalino, que forma o "Alto Tectônico de Granja".

Dantas (1974), desenvolvendo o mapeamento como parte do programa para confecção da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, aceita e compila a individualização litocartográfica efetuada por Costa *et alii* (1973), colocando entretanto essa seqüência de rochas como fazendo parte do Pré-Cambriano Indiviso.

Brito Neves (1975) reforma suas idéias sobre a geologia do Nordeste, apresentando uma nova configuração e concepção no tra-

balho que recebe o título "Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino". Nessa nova fase, emite conceitos e terminologia sino-soviética, na tentativa de uma correlação das áreas pré-cambrianas nordestinas, com o modelo desenvolvido para a Ásia Central, por Zonenshayn (1967). Com esse objetivo, define e individualiza o "Maciço Mediano de Granja" posicionando-o no seguinte contexto: "Por outro lado, a área cratônica de São Luís e o maciço de Granja guardam analogias de ordem litoestrutural bastante fortes e em partes geocronológicas, além de se alinharem segundo um mesmo e importante alto estrutural que transcende a muitos períodos geológicos, o Arco Ferrer—Urbano Santos—Guamá, enfaticamente reativado no Cretáceo, e cujo melhor conhecimento se deve a Rezende & Pamplona, 1970, Rezende & Araujo, 1970 e Aguiar, 1971" (Fig. 1.3).

"Desta forma o maciço de Granja corresponde a uma projeção do embasamento da plataforma de São Luís, envolvida e regenerada no desenvolvimento da região dobrada brasileira que circunvolve sua borda sul, em proporções nem sempre constantes. Preserva e impõe algumas características de sua condição de núcleo rígido e afere outras dos processos dinâmicos e termais sobrepostos. Seu comportamento assemelha-se pois ao dos "ancient massifs" ou "old folded masses" descritos por Zonenshayn (1967, 1968), típicos das margens das plataformas siberiana e sino-coreana, ajustando-se a ele a designação de maciço marginal de Bogdanov *et alii*, 1972 (in Muratov, 1974)".

Neste trabalho, os autores propõem uniformizar a terminologia e ordenar a posição estratigráfica das litologias que compõem os terrenos de idade pré-cambriana, na faixa compreendida entre os municípios de Granja no Ceará e Parnaíba no Piauí, tendo por base levantamentos de campo, análises petrográficas, geocronológicas pelos métodos Rb/Sr e K/Ar, bem como pela reavaliação do nível de conhecimentos acumulados anteriormente nessa área.

A designação de complexo proposta neste trabalho para a associação petroectônica que ocorre nessa região atende aos requisitos do Guia Internacional Estratigráfico (Hedberg, 1975), onde as diversas litologias presentes são caracterizadas por um estilo estrutural bastante especial e complicado.

A unidade litoestratigráfica, ora individualizada e mapeada como Complexo de Granja, compõe-se de uma associação de migmatitos, gnaisses, granitóides, quartzitos impuros a ferríferos e ca-

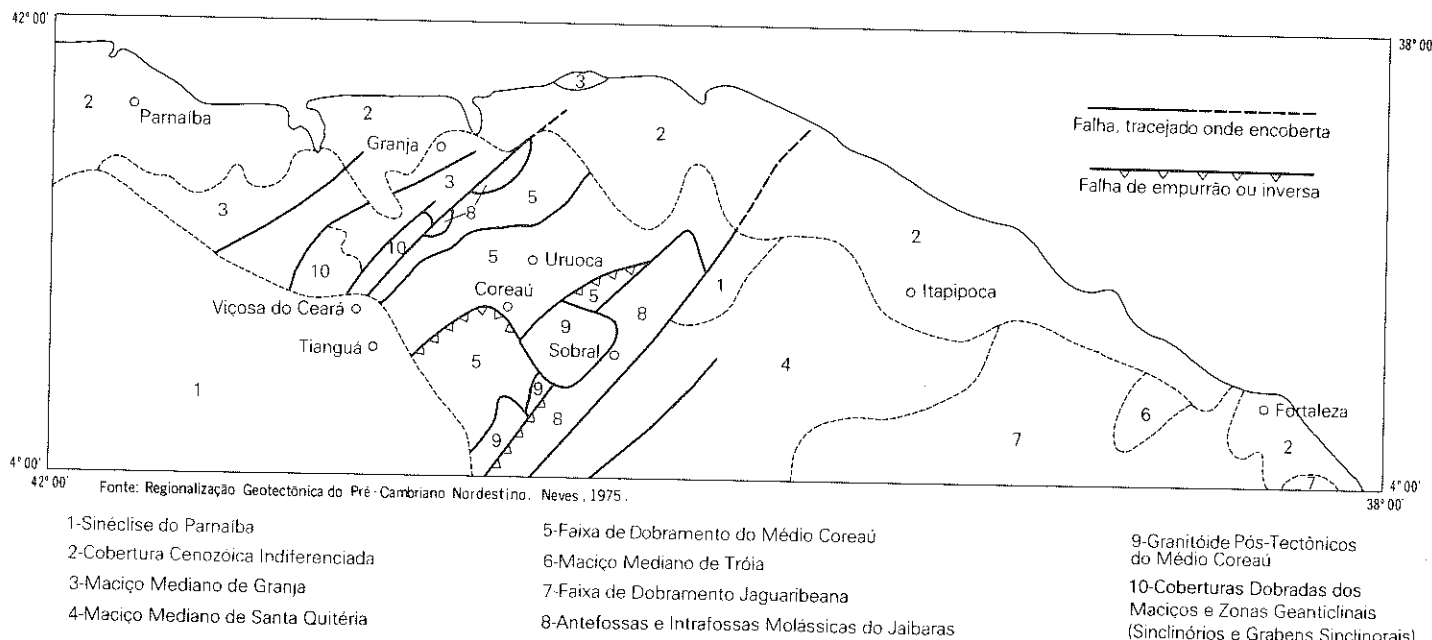


Fig. 1.3 - Esboço Geotectônico do Pré-Cambriano Nordestino.



taclasitos dominantes. Corresponde na literatura geológica às mais variadas designações, caracterizadas por uma complexa terminologia, como seja: "Corpo Orogênico de Coreaú" de Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), "Bloco de Coreaú" de Kegel (1965) (Fig. 1.4), "Cristalino Indiviso" de Ferreira (1967), "Pré-Cambriano Indiviso" de Silva & Silva (*op. cit.*), "Grupo Caraíba, bem como parte de núcleos de granitos isolados tidos como do "Pré-Cambriano Indiviso" de Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*), "Pré-Cambriano C" de Costa *et alii* (1973), "Alto Tectônico de Granja" de Brito Neves (1973), "Pré-Cambriano Indiviso" de Dantas (*op. cit.*) e "Maciço Mediano de Granja" (Fig. 1.3), de Brito Neves (1975).

#### B) Posição estratigráfica

O conjunto de rochas aqui individualizadas, como pertencentes ao Complexo de Granja, corresponde à entidade geotectônica delimitada e denominada por Brito Neves (1975) como Maciço Mediano de Granja.

A associação petrotectônica que aflora nessas áreas é colocada informalmente por Costa *et alii* (1973) como fazendo parte do Pré-Cambriano "C", ocupando uma posição basal no seu esquema litostrutural, apesar daqueles autores apresentarem restrições quanto à ordem de empilhamento adotado, sob o ponto de vista cronoestratigráfico (Fig. 1.5).

A caracterização desta área como Maciço Mediano de Granja (no sentido de Brito Neves, 1975) impõe e condiciona, para a seqüência litológica que a compõe, uma idade bastante antiga, levando-se em consideração os conceitos emitidos por Zonenshayn (*op. cit.*), Muratov (1974a) e outros, para a designação, caracterização e aplicação do termo maciço mediano, para as áreas que representam os fragmentos de um embasamento arqueano.

Para o Maciço Mediano de Granja inexistem trabalhos de cunho específico mais detalhados, quer de ordem petrogenética, estrutural ou geocronológica. Este último mostra-se ainda mais carente, ou pela pobreza do elemento rubídio já comprovado para o conjunto de rochas que o compõe (Brito Neves, 1975), ou pelas razões iniciais Rb<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> muito baixas, que não permitem conclusões adicionais mais precisas, de sorte que as isócronas disponíveis possuem apenas um valor interpretativo deficiente, para se precisar a posição estratigráfica do Complexo de Granja como uma unidade basal, em relação às demais áreas migmatíticas que ocorrem na Folha SA. 24.

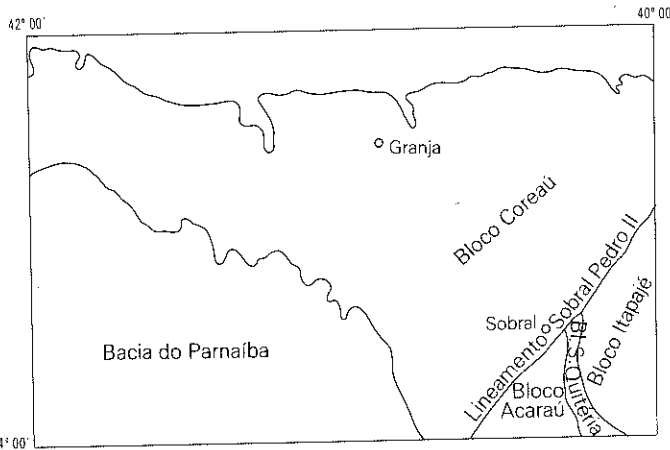
Nesse sentido, em sua conceituação atual as rochas que formam o Complexo de Granja têm sido até então consideradas como uma seqüência do embasamento cristalino nordestino, de idade pré-cambriana muito antiga, fato esse baseado em correlações geotectônicas com outras áreas de constituição semelhante.

Essa proposição deve-se a Almeida (1965), que caracteriza a região noroeste do Ceará como uma fração da zona cratônica do oeste africano ligado ao bloco brasileiro, sugestão essa aceita por Brito Neves (1975).

Ainda Brito Neves (1975) infere, no seu contexto geotectônico, a possibilidade do Maciço Mediano de Granja constituir uma projeção oriental do embasamento da Plataforma de São Luís, consolidada no Ciclo Transamazônico, baseado em fortes analogias de ordem litostrutural e datações radiométricas, observadas para o núcleo cratônico de São Luís e o então proposto maciço.

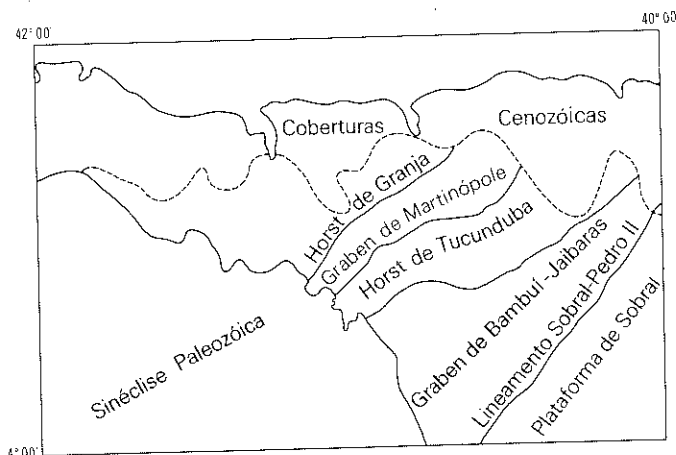
Uma análise dos dados geocronológicos anteriormente disponíveis, acrescidos dos resultados obtidos neste trabalho para o Complexo de Granja, mostrou-se ainda insuficiente para precisar a sua posição cronoestratigráfica com relação às demais áreas migmatíticas pré-cambrianas que se distribuem na faixa oriental da Folha SA. 24 denominada neste relatório de Complexo Nordestino.

O valor interpretativo para os dados geocronológicos revela apenas a existência de diferentes e sucessivos estágios de remobilização por processos de granitização que afetaram indistintamente, parcialmente ou totalmente rochas mais antigas possível-



Fonte: A estrutura geológica do nordeste do Brasil, Kegel *et alii*, 1965.

Fig. 1.4 - Blocos orogênicos do Norte (Ceará).



Fonte: Projeto Jaibas, Costa *et alii*, 1973.

Fig. 1.5 - Arcabouço tectônico estrutural do Nordeste do Ceará e áreas adjacentes.

mente Transamazônicas, transformações marcantes em ambos os complexos, sendo muito bem caracterizado o último evento tectônico desenvolvido no Brasileiro.

Na falta de dados geológicos e radiométricos mais concretos e precisos, o Complexo de Granja foi colocado provisoriamente na mesma ordem estratigráfica em que foi posicionado o Complexo Nordestino, Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio, ocupando ambos a parte basal da coluna, apesar de serem observadas, entre os dois complexos, pequenas diferenças no comportamento litostrutural e no grau de metamorfismo.

Assim é que, dentro da seqüência de metamorfitos definida como migmatitos homogêneos no trecho Granja—Camocim por Costa *et alii* (1973), foram individualizados níveis de uma rocha verde-escura, com textura granoblástica, constituída por quartz, oligoclásio, ortoclásio, biotita, augita hiperstênio e almandina, cuja paragênese mineral indica tratar-se de um piroxênio-granulito na forma definida por Turner & Verhoogen (1960) e Winkler (1967).

Em termos de composição litológica o Complexo Nordestino apresenta em relação ao de Granja uma variada e complexa associação de parametamorfitos, incluindo também termos granitoides sin e tarditectônico, com diferentes níveis de migmatização, obedecendo a um paralelismo muito acentuado dos elementos estruturais, planares e lineares, com estilo tectônico próprio, exibindo entretanto em linhas gerais uma concordância de seus rumos estruturais com aqueles dominantes no Complexo de Granja.



Os contatos litológicos do Complexo de Granja são invariavelmente por tectônica de falhamento com os filitos, xistos e quartzitos do Grupo Martinópolis ao longo da importante zona de cisalhamento de Jaguarapi. Aí também limita-se com os sedimentos pertencentes ao Grupo Jaibas, estes sobrepostos aos do Grupo Martinópolis na borda do *graben*, associados a falhamentos menores.

Na região de Ibuguaçu com direção nordeste, observa-se intensa zona de milonitização com faixas transversais que chegam a alcançar em média três quilômetros de espessura, constituindo um prolongamento da zona de cisalhamento de Granja, que põe em contato por falha os quartzitos basais do Grupo Martinópolis com o Complexo Migmatítico.

Ocorre também sotoposto na faixa entre Buriti dos Lopes e a região ao norte de Ibuguaçu, limitando-se aí por discordância angular e erosiva com os sedimentos da Sinéclise do Parnaíba, sendo que nas áreas próximas à orla litorânea distribui-se de forma irregular sotoposto a uma discordância erosional pelos sedimentos continentais pertencentes ao Grupo Barreiras.

### C) Distribuição na área

Esta unidade litoestratigráfica ocorre estritamente na porção norte da Folha SA. 24-Y-C, no extremo noroeste da área mapeada, ocupando uma faixa de aproximadamente 10% de área com relação às demais unidades litoestratigráficas individualizadas. Seus limites são marcados, a sul, pelo contato com as coberturas sedimentares de idade paleozóica, pertencentes à Sinéclise do Parnaíba. A nordeste está limitada pelo *Graben* de Martinópolis, e na parte norte, em direção à costa atlântica, pelas coberturas terciárias pertencentes ao Grupo Barreiras. Ocorre ainda localmente na orla litorânea, em pequenas exposições, não sendo mapeável nessa escala, como exemplo são os afloramentos localizados na praia Pedra do Sal.

Na região dos municípios de Granja, São Domingos, Bom Princípio e Chaval, bem como em toda sua extensão, esta unidade litoestratigráfica apresenta uma morfologia bem própria, caracteri-

zada por áreas aplainadas, onde sobressaem cristas isoladas, orientadas na direção nordeste que identifica os restos de quartzitos impuros e ferríferos, intrometidos concordantemente nos migmatitos.

### D) Geocronologia

Para o Complexo de Granja, são disponíveis, no momento, onze determinações Rb/Sr e sete K/Ar (Tabs. 1.I e 1.II). O estudo geocronológico detalhado deste "alto tectônico" é devido a Brito Neves (1975).

Os dados Rb/Sr foram tratados em diagrama isocrônico que evidenciou o seguinte comportamento: sete amostras alinharam-se segundo isócrona de referência com  $1.609 \pm 26$  MA (28), para uma razão inicial  $0,7045 \pm 0,0001$  (Fig. 1.6). As quatro amostras restantes situam-se abaixo da isócrona de 1.600 MA, indicando que eventos posteriores também afetaram parcialmente as rochas da região de Granja.

Apesar das relações Rb<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> encontradas nas amostras serem inferiores a 1 (Fig. 1.6) e restringirem de certo modo a interpretação, os pontos analíticos alinham-se numa isócrona de referência com idade próxima a 1.600 MA.

O resultado é indicativo de importante época de re-homogeneização isotópica de rochas mais antigas em vista da relação inicial Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup>, algo elevada para rochas de natureza litológica básica e dos dados estruturais e geológicos disponíveis. Estudos posteriores deverão definir a idade real do Complexo de Granja.

As idades aparentes K/Ar (Tab. 1.II) demonstram tão-somente o envolvimento desta região nos processos termotectônicos mais jovens. A idade mais antiga (amostra PV-47-Ce) sugere uma remobilização parcial das rochas do Complexo, sendo necessários dados adicionais para elucidar a questão. As demais idades, concentradas no tempo entre 670 a 490 MA, provavelmente estão relacionadas ao desenvolvimento da faixa rúptil do médio Coreaú e evidenciam a amplitude dos eventos brasileiros na porção ocidental da Folha SA.24.

TABELA 1.I  
Dados analíticos Rb/Sr em rocha total do Complexo de Granja

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	I. CONV.** (MA)	I. ISOGR.*** (MA)	REF.
B9-1	Gnaiss quartzo-diorítico	SA.24-Y-C	873	80,6	472,6	0,494 ± 0,014	0,7152 ± 0,0014	(1.260 ± 330)	—	4
B9-2b	Gnaiss diorítico	SA.24-Y-C	920	53,0	669,7	0,229 ± 0,006	0,7100 ± 0,0008	(1.170 ± 634)	1.609 ± 26	4
B9-3a	Gnaiss quartzo-monozodiorítico	SA.24-Y-C	855	92,2	635,0	0,421 ± 0,012	0,7118 ± 0,0018	( 932 ± 440)	—	4
B9-3c	Gnaiss quartzo-monozodiorítico	SA.24-Y-C	874	117,7	648,7	0,526 ± 0,015	0,7149 ± 0,0018	(1.142 ± 340)	—	4
B9-4a	Gnaiss monozodiorítico	SA.24-Y-C	863	68,3	618,2	0,320 ± 0,09	0,7119 ± 0,0023	(1.242 ± 632)	1.609 ± 26	4
B9-4b	Gnaiss monozodiorítico	SA.24-Y-C	1.012	68,2	634,9	0,311 ± 0,09	0,7120 ± 0,0011	(1.300 ± 480)	1.609 ± 26	4
B9-3b	Gnaiss tonalítico	SA.24-Y-C	862	63,0	639,3	0,285 ± 0,08	0,7110 ± 0,0013	(1.190)	1.609 ± 26	4
MG-11	Migmatito	SA.24-Y-C	2.246	83,3	454,4	0,53 ± 0,01	0,7133 ± 0,0008	( 926 ± 271)	—	5
MG-13	Migmatito	SA.24-Y-C	2.268	91,3	448,0	0,59 ± 0,01	0,7186 ± 0,0008	(1.436 ± 243)	1.609 ± 26	5
MG-1	Migmatito	SA.24-Y-C	2.623	84,4	516,9	0,47 ± 0,01	0,7157 ± 0,0013	(1.526 ± 341)	1.609 ± 26	5
MG-5A	Granulito	SA.24-Y-C	2.624	48,4	202,5	0,69 ± 0,01	0,7211 ± 0,0015	(1.563 ± 245)	1.609 ± 26	5

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>; Rb<sup>86</sup>/Sr<sup>87</sup> = 2,6027 ± 0,048. \*Valores de Rb<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> normalizados para a constante Sr<sup>86</sup>/Sr<sup>88</sup> = 0,1194. \*\* (Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup>)<sub>0</sub> = 0,706 ± 0,002. \*\*\* (Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup>)<sub>0</sub> = 0,7045 ± 0,0001.

Referências: Índice remissivo para todas as tabelas geocronológicas: 1) Almeida et alii, 1968; 2) Hurley et alii, 1968; 3) Cordani, 1970; 4) Brito Neves (1975); 5) Brito Neves (1978).

TABELA 1.II  
Dados analíticos K/Ar do Complexo de Granja

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	MINERAL	N.º LAB	%K	ERRO (K) (75%)	Ar <sup>40</sup> rad × 10 <sup>-6</sup> (cc STP) moles/g	%Ar <sup>40</sup> atm	IDADE (MA)	REF.
B9-2a	Diorito gnaiss	SA.24-Y-C	Anfibólio	3048	2,1060	0,1156	58,83	4,10	598 ± 37	4
B9-4a	Monzodiorito gnaiss	SA.24-Y-C	Anfibólio	3055	1,8438	0,0927	56,98	4,91	651 ± 37	4
PV-47-Ce	Gnaiss	SA.24-Y-C	Hornblenda	782	—	—	—	—	971 ± 29	5
P-SAL	Granito	SA.24-Y-C	Hornblenda	620	1,30	—	38,7	23,5	627 ± 19	1
CODOZO-Pi	Gnaiss	SA.24-Y-C	Biotita	616	7,86	—	150,8	1,3	429 ± 13	1
PV-48-Ce	Granito	SA.24-Y-C	Biotita	628	7,14	—	179,3	1,9	512 ± 15	1
PV-44-Ce	Migmatito	SA.24-Y-C	Anfibólio	569	0,872	—	23,0	6,90	566 ± 17	1

Constantes:  $\lambda_{total} = 0,530 \times 10^{-9}$  anos<sup>-1</sup>;  $\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10}$  anos<sup>-1</sup>; % de K<sup>40</sup> em K<sub>total</sub> = 0,0119.

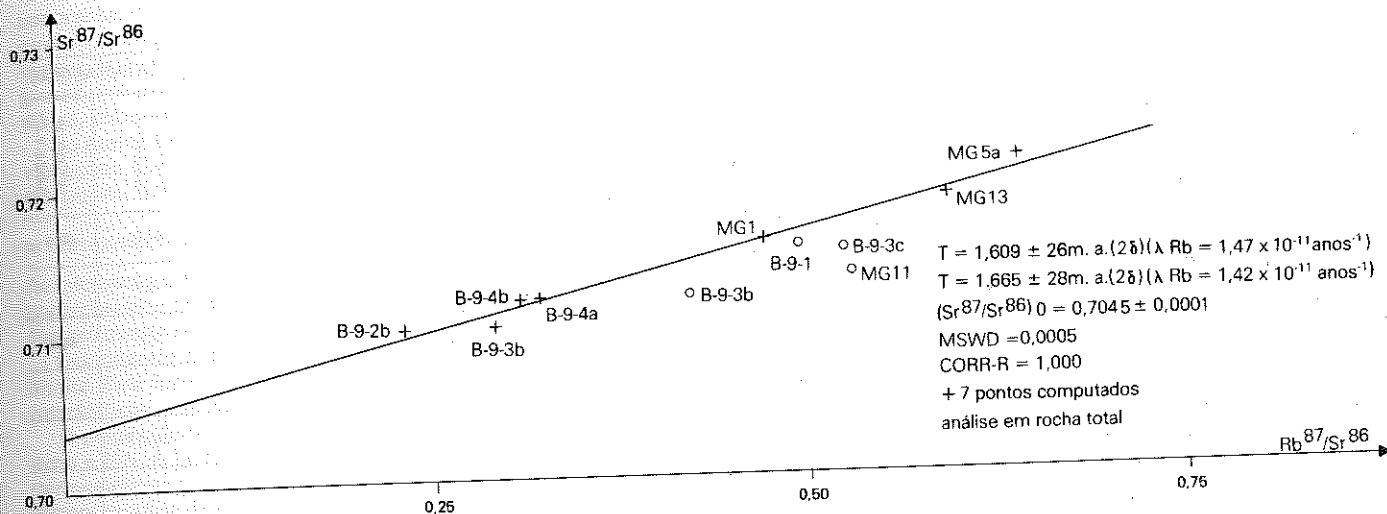


Fig. 1.6 - Diagrama isocrônico Rb/Sr do Complexo de Granja.

## E) Petrografia

As rochas do Complexo de Granja estão representadas por quartzitos, gnaisses, migmatitos e granitos (Tab. 1.III) de anatexia sin e tardicinemáticos, associados a processos de metassomatose e mobilização. O Granitóide Chaval pode ser considerado como representante típico dos granitos "metassomático" sincinemáticos onde se associam corpos de pequenas dimensões de composição anfibolítica (paleossoma) não homogeneizados em forma de en-craves.

### I. Migmatitos e gnaisses

Essas rochas ocorrem associadas com variações texturais estruturais, permitindo uma classificação e separação no campo, porém sem extensão suficiente para uma individualização em mapa na escala de trabalho.

Nos perfis realizados ao longo da rodovia CE-71, entre Granja e Camocim e de Granja até a zona de cisalhamento de Jaguarapi, ocorrem faixas de gnaisses bandeados e de migmatitos, esses com estruturas estromáticas dobradas, ptigmáticas e flebíticas, bem características dos elementos planares, representativos dos metatexitos descritos por Mehnert (1971), bem como estruturas do tipo nebulíticas, *schlieren* e homófonas dominantes, representativas dos diatexitos.

Na área do riacho Gangorra e na região a noroeste de Ibuguaçu bem como na faixa costeira de Jericoacoara e Guriú, são comuns anatexitos nebulíticos gradando para tipos granitóides homogêneos e isotrópicos, Costa *et alii* (1973).

Esta unidade litoestratigráfica está representada por um número restrito de análises petrográficas, em função das características homogêneas desse conjunto de rochas em termos regionais, apresentadas em afloramentos.

Macroscopicamente as rochas mostram-se com tonalidades variando de cinza-claro a cinza-escuro, fanerítica de granulação grosseira. Exibem estruturas que variam desde bandeadas irregulares a bandeadas regulares, onde se observam níveis félsicos quartzo-feldspáticos, intercalados com níveis máficos ferromagnesianos. Em outras amostras a rocha tem aspecto isotrópico, denotando um estágio mais avançado de homogeneização mineralógica.

Na observação das lâminas delgadas, as rochas apresentam-se com variações composicionais, que oscilam entre granitos, tonalito, quartzo-diorito e piroxênio granulito.

### a) Composição granítica

Microscopicamente o representante de composição granítica exibe uma textura heterogranular grosseira recristalizada, com intensa metassomatose potássica.

O microclínio é o mineral mais abundante da rocha, formando porfiroblastos micropertíticos, às vezes incluindo restos de plagioclásio. Destacam-se ainda pórfiros de plagioclásio, de variedade oligoclásio com An 18%.

O quartzo ocorre formando agregados que variam de grosseiros a finos, situados nos interstícios dos feldspatos e ainda se apresentam como gotículas no interior dos feldspatos. Os minerais ferromagnesianos localizam-se intersticialmente no mosaico feldspático, sendo representados por hornblenda, sofrendo processo de titanitização, epidotização e biotitização. Encontram-se grãos de titanita, epidoto e biotita constituindo formas individualizadas. A apatita ocorre em pequenos grãos associados aos máficos.

### b) Composição quartzo diorítica

Apresenta-se como um mosaico heterogranoblástico grosseiro, constituído por plagioclásio do tipo oligoclásio, quartzo, biotita e hornblenda.

O plagioclásio forma porfiroblastos pouco geminados, com bordos triturados. Nos interstícios dos feldspatos encontram-se concentrações de grãos xenomorfos de quartzo e também ocorrendo como gotículas dentro do plagioclásio. Ainda como integrantes essenciais do mosaico, têm-se concentrações ferromagnesianas, representadas por hornblenda, biotita e opacos. A biotita exibe pleocroísmo verde, forma pequenas palhetas associadas a hornblenda, que se dispõem contornando os porfiroblastos. A hornblenda está sofrendo processo de biotitização e epidotização. Os opacos estão sempre associados aos máficos.

Acessoriamente têm-se apatita e titanita em grãos subautomórficos; a titanita pode formar agregados.

### c) Composição tonalítica

Na lâmina delgada a rocha apresenta-se com uma textura porfiroclástica, caracterizada por pórfiros de feldspato, no interior de uma matriz quartzosa que transiciona para níveis ricos em biotita com finas lamelas, constituindo uma textura granolepidoblástica.

Movimentos por escorregamento são mais intensos, nas áreas ricas em minerais lamelares, sendo o quartzo o mineral mais suscetível ao quebraamento, resultando na formação de uma argamas-quartzosa.

TABELA 1.III  
Complexo de Granja

AMOSTRAS MINERAIS %	MIGMATITOS				GRANITÓIDE CHAVAL					CATACLÁSTICAS	
	212-DN-16 SA.24-Y-A	251-DN-73 SA.24-Y-C	251-DN-75 SA.24-Y-C	Costa et alii, 1973	212-DN-19 SA.24-Y-C	212-DN-20 SA.24-Y-C	212-DN-21 SA.24-Y-C	212-DN-22 SA.24-Y-C	Costa et alii, 1973	212-DN-17 SA.24-Y-A	251-DN-76 SA.24-Y-C
Quartzo	31.46	22.5	50.2	x	5.0	15.0	12.45	30.9	x	34.0	49.4
Microclínio	41.46			x	30.0	58.0	31.98	8.5	x	4.7	
Oligoclásio	18.57	57.4	39.8		25.0	18.0	49.95	31.4		3.3	44.8
Mirmequita				x			x	x	x		
Biotita	2.0	9.8	7.7	x	19.0		9.43	x	x	48.0 ?	
Muscovita							x		x		
Hornblenda	5.26	9.1	2.0		15.0	x			x	5.0	
Clinopiroxênio					5.0						
Alanita					x	x					
Apatita	x	x	x	x	x			x		x	
Epídoto	x	x	x		x		x		x	x	x
Opacos		x	0.1				0.34	x			
Titanita	x	x		x	x	x				x	
Zircão			x	x		x	x	x		x	
Topázio							0.21				
Argilo-minerais						x		x			x
Carbonatos			x				x				2.2
Clorita			x	x		x	x	x			x
Hidróxido de ferro											3.5
Sericita			x				x				

(15): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

No contato do mosaico porfiroclástico e granolepidoblástico, observa-se maior segregação de máficos, em finas faixas, constituídas de lamelas de biotita e hornblenda, desgastadas e contorcidas. Estas finas faixas mostram-se um pouco interdigitadas, com os minerais ferromagnesianos penetrando nos interstícios da matriz quartzosa.

O plagioclásio presente é a variedade oligoclásio, com teor de An 14%.

Os ferromagnesianos são caracterizados pela biotita e hornblenda. Acessoriamente têm-se clorita e opacos pretos, formados a partir da biotita. Os opacos ocorrem em massas disformes ou em pequenos cubos. Têm-se ainda pequenas quantidades de zircão e apatita.

#### d) Piroxênio granulito

Estas rochas afloram ao norte da cidade de Granja ao longo da rodovia CE-71, intercaladas na seqüência migmatítica gnáissica.

34/GEOLOGIA

Costa *et alii* (1972) dizem: "Inclusos nesta seqüência destacam-se níveis espessos de uma rocha verde-escura de textura granoblástica média, orientada, essencialmente constituída de quartzo, plagioclásio (oligoclásio) e ortoclásio em menor proporção. Os máficos são piroxênio e biotita, aqueles representados por augita e hiperstênio. Os acessórios são almandina, epídoto, clorita e carbonato. A paragênese mineral indica tratar-se de um piroxênio-granulito na forma definida por Turner & Verhoogen (1960) e Winkler (1967)".

#### II. Granitóide Chaval

Esta litologia aflora notavelmente na região de Chaval e na faixa a sudeste e noroeste da Falha Santa Rosa.

Nas amostras em geral, a rocha mostra uma coloração variável, entre cinza médio e cinza-claro. Apresenta uma granulação inequigranular grosseira, salientando-se porfiroblastos de feldspatos de

cor branca, dispostos aleatoriamente em uma massa formada por quartzo, feldspato e máficos. Os pórfiros apresentam até três centímetros de dimensão maior, sendo a matriz de granulação média a grossa. Em algumas amostras pode-se observar uma orientação difusa, onde a homogeneização da rocha não foi total.

No exame das lâminas petrográficas, essas rochas apresentam variações composicionais, tais como granodiorito, quartzomonzonito, quartzo-sienito porfiróide (Tab. 1.III).

#### a) Composição granodiorítica (orientado)

Ao microscópio a rocha mostra-se formada por um aglomerado de porfiroblastos de plagioclásio e microclínio, emersos numa mesóstase quartzosa fina, recristalizada e de aspecto fluidal.

Delimitando os pórfiros, forma-se um envoltório de lamelas de biotita. Esta forma comumente agregados microlepidoblásticos cataclásticos, que se difundem para a mesóstase.

O plagioclásio é a variedade oligoclásio, com teor de An próximo a 20%, e, junto com o microclínio, conserva restos de leques mirmequiticos nos bordos, que testemunham o caráter em parte metassomático da rocha.

As lamelas de biotita mais cataclásadas exibem bordos triturados e inclusões pulverulentas de opacos.

Os acessórios ocorrem, como inclusões pontuais de zircão na biotita e algumas apatitas inclusas nos feldspatos e micas.

Os produtos de alteração estão presentes na forma de clorita a partir da biotita e argilização dos feldspatos.

#### b) Composição quartzo monzonítica

Em seção delgada trata-se de uma rocha essencialmente quartzo-feldspática. Na amostra 212-DN-19, a qual representa um enclave dentro do Granitóide Chaval, a hornblenda participa como mineral essencial. Os minerais estão arranjados segundo um mosaico heterogranular grosseiro, xenomórfico. Quando aumenta o conteúdo em minerais ferromagnesianos, o mosaico apresenta características nematoblásticas.

Apesar da intensa microclínização, o plagioclásio é o mineral mais abundante, forma cristais subidiomórficos e xenomórficos. O teor de An oscila entre oligoclásio e andesina, sendo difícil a determinação em função das maclas complexas e estruturas zonadas. Observam-se grãos de plagioclásio, sendo englobados pelo microclínio, com formação de leques mirmequiticos e gotículas de quartzo no interior do plagioclásio.

O microclínio ocorre como porfiroblastos límpidos e/ou microperitizados, exibe contornos irregulares, ocupando também posições intersticiais. Pode apresentar-se substituindo o plagioclásio.

O quartzo, pouco freqüente, pode aparecer como agregados de grãos xenomórficos, com tamanhos variando de finos a grosseiros. Ocorre ainda nas formas amebóides isoladas e intersticial.

A associação ferromagnesianas na amostra 212-DN-19 é expressiva e constitui-se de segregações de hornblenda, em agregados nematoblásticos, intercalados por núcleos de diopsídio, lamelas de biotita e grãos de epidoto. A associação máfica da amostra 212-DN-21 é formada por biotita hidratada, com substituição para clorita e muscovita, dispostos de forma intersticial.

Os constituintes acessórios estão representados na amostra 212-DN-19, por alanita, titanita e apatita acicular dentro dos ferromagnesianos. Já na amostra 212-DN-21 ocorrem grãos de topázio dispersos na rocha, opacos associados a biotita e zircão dentro de biotita e plagioclásio.

#### c) Composição quartzo sienítica (porfiróide)

No microscópio observam-se porfiroblastos de microclínio metassomático, geminado e peritizado. O feldspato alcalino contém inclusões de minerais da matriz, como plagioclásios variedade oligoclásio, com os bordos albitizados. Engloba ainda biotita, clorita, quartzo, titanita e apatita.

Unindo os pórfiros de feldspato formados tardiamente, tem-se uma mesóstase mais antiga, constituída por agregados granulares hipidiomórficos de plagioclásio, rodeados por uma argamassa à base de quartzo e plagioclásio e filmes de biotita associada intimamente com epidoto, clorita, titanita e alanita.

### III. Quartzitos ferríferos e outros

Esta unidade litoestratigráfica ocorre encaixada na seqüência migmatítica, na forma de lentes estreitas, podendo atingir 10 km de extensão. Afloramentos típicos situam-se ao longo do prolongamento da zona de cisalhamento de Granja a sul e oeste de Ibuguaçu, constituindo quartzitos puros ou micáceos. Pouco freqüentes na área de Granja, voltam a ter importância na região costeira de Jericoacoara.

Costa *et alii* (1973) descrevem estas rochas como quartzitos impuros, geralmente micáceos e freqüentemente ferríferos, que chegam a apresentar localmente intercalações de hematita compacta e itabirito quartzoso. Mostram-se também na forma de quartzitos puros, laminados e extremamente fraturados. Os quartzitos não foram afetados pelos processos de migmatização e metassomatose.

### IV. Rochas cataclásticas

Estas litologias ocorrem nas várias áreas submetidas a esforços de cisalhamento, particularmente ao longo da zona de cisalhamento de Granja e de Jaguarapi. Foram descritas microscopicamente duas amostras, a 212-DN-17 na localidade de Pedra do Sal e a 251-DN-76, localizada na rodovia CE-71, na zona de cisalhamento de Jaguarapi.

Quanto à amostra 251-DN-76, esta apresenta uma estrutura heterogênea, com clastos de feldspato grosseiro, dispersos na matriz acinzentada. É nítida a cataclase que atuou sobre a rocha, com o desenvolvimento de intenso fraturamento e quebramentos, sobre os porfiroblastos de feldspatos.

Na observação das lâminas, as rochas apresentaram as seguintes variações: brecha tonalítica e filonito (Tab. 1.III).

#### a) Brecha tonalítica

A rocha apresenta-se segundo um mosaico heterogranoclástico, onde se têm porfiroclastos quartzo-feldspáticos emersos numa matriz de mesma composição.

Mineralogicamente constitui-se de plagioclásio, pouco geminado, com marcas evidentes de deformação cataclástica, mostrando extinção ondulante, microfalhas, bordos fragmentados e encurvamento de planos de geminação. A variedade é oligoclásio com teor de An em torno de 20%. Apresenta-se um pouco turvo devido a processos de argilização.

Segue-se o quartzo, o qual exibe extinção ondulante, encontra-se tanto em porfiroclastos, como em finos grãos na matriz onde se associa com feldspato, hidróxido de ferro e alanita. O hidróxido de ferro é tardio e preenche fraturas, por vezes associa-se a carbonatos.

Trata-se portanto de uma rocha formada em conseqüência de dinamometamorfismo.

#### b) Filonito

Na lâmina delgada, observa-se uma fina xistosidade laminar, resultante da alternância de níveis hidromicáceos e níveis quartzosos. Nesta matriz xistificada finamente granular, dispõem-se, segundo lineações concordantes, fragmentos esferoidais e elipsoidais de microclínio peritítico, oligoclásio, hornblenda, titanita, epidoto e quartzo. A hornblenda mostra-se poiquilítica com inclusões de titanita, apatita, epidoto e biotita. O microclínio conserva no seu interior restos de plagioclásio, cristalitos de apatita, zircão, titanita e fragmentos de hornblenda, biotita e quartzo.

Mesmo tendo sido submetido a forte cataclase, a rocha conserva unidades dos protominerais de rocha original, que deve ter sido um metassomatito de composição granítica.

#### F) Metamorfismo

O metamorfismo que atuou sobre as rochas do Complexo de Granja atingiu um grau forte, com a presença atuante de altas pressões e temperaturas, sendo que as rochas que melhor caracterizam estas condições são as ocorrências de hiperstênio granulitos, intercalados na seqüência migmatítica.

As litologias predominantes desta unidade litoestratigráfica são os diatexitos, os quais evoluem para granitos de anatexia. Estes migmatitos constituem-se essencialmente de K-feldspato, plagioclásio, quartzo e em certas áreas se enriquecem em almandina, podendo também ocorrer biotita e hornblenda; a muscovita é rara.

Winkler (1977) cita que tem grande significado petrogenético o fato de as áreas migmatíticas, que em todo o mundo ocorrem em sítios de mais alta temperatura de metamorfismo regional, não apresentarem muscovita primária em contato com o plagioclásio. Por isso migmatitos são devidamente indicados, para representar a passagem do metamorfismo de grau médio para grau forte. Aquele autor afirma, ainda, que a anatexia em gnaisses define o começo do metamorfismo de grau forte, quando a pressão de água está acima de 3,5 kb, havendo a formação de uma massa fundida anatética constituída de K-feldspato, plagioclásio rico em albita e quartzo. A biotita também participa da fusão anatética, propiciando o componente K-feldspato para a massa fundida e ainda cordierita e/ou almandina. A faixa de condições para o começo da fusão anatética em gnaisses é tomada para apresentar o começo do metamorfismo de grau forte, sempre que a pressão de água for superior a 3,5 kb.

Dentro da seqüência migmatítica, Costa *et alii* (1972) individualizaram níveis de uma rocha verde-escura, com textura granoblástica média, constituída por quartzo, oligoclásio, ortoclásio e os máficos representados por biotita, augita, hiperstênio e almandina.

Segundo Winkler (1977), as rochas portadoras da paragênese acima citada, em especial hiperstênio, ortoclásio e almandina, são enquadradas na fácies Hiperstênio Granulito ou "Zona Regional do Hiperstênio". Esta fácies forma-se em condições metamórficas de grau forte, com pressões de águas muito abaixo ou nula e pressão de carga de média a alta.

Os migmatitos portadores da paragênese, K-feldspato, plagioclásio, quartzo contendo ou não almandina, biotita e hornblenda, mas que não associam minerais índices da fácies granulito e intercalam-se com litologias bem caracterizadas dentro desta fácies, podem, segundo Winkler (1977), ser designados de granoblastitos, que seriam rochas formadas em condições metamórficas de alto grau, porém não apresentando uma mineralogia indicativa destas condições.

O Granitóide Chaval constitui uma fácies petrográfica distinta na área, caracterizada por litologias de estrutura homogênea, exibindo porfiroblastos de feldspato alcalino, e em lâminas delgadas está caracterizado por uma intensa metassomatose potássica, onde a composição varia de termos graníticos e sieníticos. Estas rochas foram submetidas a efeitos de metamorfismo de grau forte, culminando com homogeneização por fenômenos metassomáticos e ou anatéticos.

Assim sendo, o metamorfismo atuante na área atingiu o grau forte, sob efeitos de altas temperaturas e pressão, porém a formação de litologias distintas, com migmatitos, granitos e granulitos é devida a condições diferentes, tais como a presença de uma elevada quantidade de água, que elevou a  $\text{PH}_2\text{O}$ , nas litologias migmatizadas e submetidas a anatexia.

Pode-se aventar a possibilidade de que as rochas do Complexo de Granja formaram-se em níveis profundos, onde foram submetidas a altas temperaturas e pressões, em ambientes de catazona e mesozona na Zona do Hiperstênio Granulito, conforme Costa *et*

*alii* (1973), com base nos conceitos de Turner & Verhoogen (*op. cit.*) e de Winkler (1967).

#### 1.1.2.1.2 — Complexo Nordeste

##### A) Generalidades

Dentro do contexto pré-cambriano nordestino, podem-se destacar várias fases no desenvolvimento histórico da geologia, tema este já por demais comentado e muito bem analisado por Brito Neves (1975).

Apesar das pesquisas científicas das décadas passadas tratarem em geral de um campo mais amplo das ciências naturais, merecem destaque alguns trabalhos pioneiros que contêm referências dos aspectos geológicos regionais da porção mais setentrional do Estado do Ceará.

O primeiro a estabelecer um conceito estratigráfico para as rochas antigas da região do nordeste foi Crandall (1910), que baseado em critério litológico subdividiu-as em duas grandes unidades litoestratigráficas, a saber: "Complexo Fundamental, constituído por gnaisses e outros schistos crystallinos, no qual não se pode, por enquanto, estabelecer subdivisões. Série Ceará, constituída por antigos schistos argilosos com quartzitos, arenitos e calcários, sendo estes últimos transformados em mármore e que, às vezes, é dificilmente distinguível dos schistos crystallinos do Complexo Fundamental".

Crandall & Williams (1910) apresentam um mapa geológico dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, baseados nos conceitos já definidos por Crandall (*op. cit.*).

Small (1913/1914), no mapeamento geológico do Alto Jaguaribe, usou as terminologias Arqueano para os gnaisses e xistos cristalinós, e Cambriano para os xistos argilosos e quartzitos, que segundo ele equivalem ao que foi denominado por Crandall & Williams (*op. cit.*) como Complexo Fundamental e Série Ceará respectivamente. Discorda da individualização efetuada por Crandall & Williams (*op. cit.*).

Oliveira (1923), em estudos realizados na região de Pedra Branca, admite analogias entre as Séries Ceará e Minas, sugerindo então um posicionamento estratigráfico dentro do sistema Algonquiano, distinguindo quartzitos, micaxistos, calcários e anfíbolitos como pertencentes à primeira.

Moraes (1924) restringiu a área de ocorrência da Série Ceará a faixas isoladas, longas e estreitas, orientadas NE-SO, que constituíram remanescentes das bacias preservadas da erosão, encaixadas dentro de rochas antigas e separadas desta por discordância. Introduziu o termo Micaxisto Seridó na bibliografia geológica brasileira para designar as rochas biotíticas características de toda zona do Seridó.

Uma infinidade de outros trabalhos foram realizados ainda nessa mesma época, destacando-se entre eles os estudos desenvolvidos por Sopper (1913), Branner (1915), Abreu (1928) e Brasil Sobrinho (1941).

Oliveira & Leonardos (1943) apresentam uma súmula dos conhecimentos da geologia nordestina até sua época.

Paiva (1945) relata a evolução dos conhecimentos da geologia Criptozóica do Nordeste.

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*, p. 29) definem para a região norte do Ceará uma unidade geológica, representada na Folha SA.24 como constituindo o embasamento cristalino, descrevendo-o assim: "Essas rochas são caracterizadas por um grau mais ou menos avançado de cristalinidade e xistosidade. São constituídas de maneira bem variada, sendo o elemento dominante um paragnaisse porém existindo, também, ortognaisse; há micaxistos, filito, quartzito-gnaisse e de vez em quando calcários cristalinós. As estruturas tectônicas originais, em geral, não são extintas pela xistosidade, de maneira que a combinação das observações de campo, com o estudo das aerofotografias, permite uma análise preliminar da constituição geológica do cristalino".



Costa *et alii* (1973) descrevem as rochas do embasamento Pré-Cambriano da porção mais noroeste do Ceará, através do Projeto Jaibaras, posicionando-as no seguinte esquema litoestrutural:

Unidade "C" — Migmatitos homogêneos, incluindo embrechitos, anateixitos nebulíticos e tipos granitóides.

— Quartzitos ferríferos, intercalados na seqüência anterior.

— Granitóides tipo Chaval — Granito porfiróide grosseiro, metassomático, com variações para fácies sienítica.

Unidade "B" — Migmatitos heterogêneos incluindo epibolitos, diadisiticos, agmatitos, etc.; núcleos homogeneizados, leptinitos, restos de paleossoma anfíbolítico e gnaisses biotíticos com feldspatização incipiente.

— Quartzitos puros ou muscovíticos, incluindo seqüência calcolpélica e hiperaluminosa.

— Granitóide tipo Araras — Granito metassomático equigranular a biotita e hornblenda, com áreas de composição diorítica.

— Sienito Tucunduba — Sienito grosseiro porfiróide, variando para quartzo-sienito e granodiorito.

— Granitóide pós-orogênico — Microclina granito, textura porfírica e pegmatóide, à biotita e fluorita.

— Termometamorfitos — Cordierita-calco-hornfels, desenvolvidos a partir da seqüência calco-alumino-silicosa, nas áreas de contato com o Granito Meruoca.

Unidade "A" — Quartzitos puros, eventualmente micáceos.

— Xistos e filitos da fácies xistos-verdes, incluindo sericita-talco-xisto e sericita-muscovita-xistos com lentes quartzíticas intercaladas e calcários impuros.

O conjunto de rochas descritas informalmente como pertencentes à Unidade "B" do Pré-Cambriano por Costa *et alii* (1973) serão tratadas neste relatório, como parte integrante do Complexo Nordestino, devido a apresentar características petrológicas e estruturais bastante fortes, com as litologias que se distribuem nas áreas contíguas mais a leste da Folha SA.24. Não serão incluídos nesta unidade os termos "granitóides pós-orogênicos" e os "termometamorfitos" individualizados por aqueles autores.

Brito Neves (1973) apresenta uma excelente sùmula sobre a evolução dos conhecimentos da geologia do Pré-Cambriano nordestino com a inclusão das colunas litoestratigráficas propostas para toda região.

Dantas (*op. cit.*) adota, na elaboração da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo Folha SA.24, um esquema estratigráfico para o Pré-Cambriano, baseando-se principalmente nas unidades litoestratigráficas definidas por Costa *et alii* (1973).

Brito Neves, Kawashita e Mantovani (1975), através de uma interpretação geotectônica, dizem: "O Pré-Cambriano Cearense é concebido como importante parcela de uma ampla região de dobramentos, chamada Nordeste Oriental, proveniente da evolução de uma região geossinclinal em mosaico, estabelecida no final do Pré-Cambriano. Nesta concepção, no território Cearense foram identificados quatro extensos maciços medianos, antigos e policlicamente retomados, e em parte recobertos pelo desenvolvimento das faixas de dobramentos brasileiros entre eles posicionadas".

"Os maciços constituem núcleos rígidos mais antigos, provavelmente fragmentos de uma protoplataforma colapsada, tendo servido de fonte de suprimento sedimentar e antepais das faixas de dobramentos entre eles desenvolvidos no final do Pré-Cambriano (Brasileiro). As determinações radiométricas relacionadas neste trabalho concentram-se nestes "altos tectônicos" regionais, a saber os maciços do rio Piranhas, Tróia, Santa Quitéria e Granja, diferenciados de sudeste para noroeste do Estado. As litologias destas unidades são predominantemente rochas migmatíticas, com importantes associações de rochas básicas e ultrabásicas".

Bacchiogga *et alii* (1976) dizem: "Os trabalhos efetuados nesta primeira etapa de campo, na maior parte da área do Projeto, nos possibilitam individualizar e caracterizar unidades litoestratigráficas, baseados principalmente nos seus conteúdos litológicos e po-

sicionamento geotectônico. Desde modo, conseguiu-se distinguir cinco unidades, a saber: a) um conjunto de rochas plutônicas granulares constituído de granitos, granodioritos, dioritos, gabros e sienitos; b) um complexo migmatito-granitóide correspondente aos "domos migmatíticos" de Mehnert, com feições diapíricas; c) um complexo migmatito-gnáissico; d) uma unidade com gnaisses quartzo-feldspáticos dominantes; e, finalmente, e) uma com quartzitos, gnaisses e filitos com intercalações de calcário".

Braga *et alii* (1977) dizem: "No que concerne ao Pré-Cambriano, adotou-se neste trabalho o mesmo critério de subdivisão litoestratigráfica utilizado no Projeto Jaguaribe. As unidades foram diferenciadas com base em características litológicas sem preocupar-se com o relacionamento ou posicionamento estratigráfico. Não há, assim, qualquer correspondência com os diversos esquemas estratigráficos concebidos para outras áreas do Nordeste, onde algumas unidades já conhecidas foram descritas e empilhadas segundo uma ordem cronoestratigráfica. Quanto às unidades de rochas ectiníticas (Complexo Independência e Grupo Ceará), a análise estrutural permitiu estabelecer uma ordem ou sucessão das camadas em consonância com a disposição cronológica das mesmas".

"Baseando-se em critérios estritamente litoestratigráficos, foram distinguidas as seguintes unidades pré-cambrianas: Complexo Caicó e Tamboril—Santa Quitéria, caracterizados por associações distintas de rochas total ou parcialmente migmatizadas, englobando núcleos de termos graníticos e de restos não transformados; Complexo Independência e Grupo Ceará, compostos basicamente por seqüências de rochas ectiníticas separadas por nível quartzítico tomado como referência; as Rochas Plutônicas Granulares, reunindo massas de rochas com caracteres texturais inerentes ou similares às de rochas ígneas formadas em profundidade; e, finalmente, os Diques Ácidos, compreendendo veios de sílica, pegmatitos e microgranitos filoneanos".

Neste trabalho, não foram observadas feições geológicas marcantes que permitissem confirmar as relações de contato definidas por Braga *et alii* (*op. cit.*), com respeito à individualização litoestratigráfica entre o Complexo Tamboril—Santa Quitéria e a seqüência de rochas circunjacentes mapeadas por aqueles autores como pertencentes ao Grupo Ceará e ao Complexo Caicó.

A restrição para o emprego e o uso do termo Caicó para as áreas do extremo norte do Ceará é reforçada pelo padrão geocronológico definido neste trabalho, utilizando-se o método Rb/Sr obtido para a associação de rochas individualizadas por Braga *et alii* (*op. cit.*) na região sudeste do município de Forquilha como pertencentes ao Complexo Caicó, cujos resultados apresentaram uma idade máxima em torno de 2.000 MA em isócrona de referência discrepantes portanto com a idade padrão obtida para a localidade típica do Complexo Caicó que apresenta uma isócrona pelo método Rb/Sr de  $2.720 \pm 135$  MA que provavelmente reflete sua formação (metamorfismo), segundo Brito Neves, Kawashita e Pessoa (1975).

Do ponto de vista cronoestratigráfico, devem ser aqui ressaltadas as divergências generalizadas que existem a respeito dos esquemas estratigráficos até então propostos para o conjunto de rochas que cobrem as áreas pré-cambrianas nordestinas, onde se tem constatado que os trabalhos realizados nesta região atendem a determinados objetivos e em escala das mais variadas, sem entretanto apresentar uma visualização de conjunto mais ampla, voltada para um melhor entendimento da geologia regional.

Conforme vem assinalado nos trabalhos de pesquisas pioneiras realizados nas áreas nordestinas mencionadas nos textos anteriores, já se tornavam evidentes as dificuldades encontradas para uma separação litoestratigráfica do conjunto de litologias designado mais genericamente de embasamento cristalino, como, por exemplo, separar os xistos argilosos, quartzitos, calcários e termos gnaisses da "Série Ceará" de Crandall (*op. cit.*), dos seus homônimos do "Complexo Fundamental".

O fato acima comentado não constitui um privilégio dos trabalhos mais antigos, sendo também constatado até a época atual, apesar de já se dispor de estudos e levantamentos de detalhe, e de um número razoável de datações radiométricas, disponíveis para a maior parte das áreas pré-cambrianas.

Na fase atual de conhecimentos, é bastante difícil apresentar um esquema estratigráfico que seja satisfatório para atender à problemática criada no que diz respeito a um posicionamento cronoestratigráfico para o conjunto de rochas polimetamórficas que compõem a região nordestina.

Isto se deve pela complexidade geológica muito bem caracterizada de áreas parcialmente ou totalmente migmatizadas. Acrescentem-se ainda as inúmeras denominações, algumas delas já consagradas para esse conjunto litológico, além das extrapolações feitas para áreas distintas sem o prévio conhecimento da geologia regional, concorrendo desta forma para a proliferação e uso indevido de termos, bem como contribuindo para as correlações apresadas.

Na tentativa de uniformizar e homogeneizar a nomenclatura do conjunto de rochas de idade pré-cambriana inferior(?) a média que ocorrem na Folha SA.24, é que propomos a designação formal de Complexo Nordestino, atendendo aos requisitos do Guia Internacional de Classificação Estratigráfica de Hedberg (*op.cit.*), para caracterizar uma associação de rochas parcialmente ou totalmente migmatizadas que apresentam litotipos e estilo estrutural especial e cujo, guardando entretanto características físicas próprias, cujo "estrato-tipo" deve ser considerado o trecho da rodovia BR-222 entre as cidades de Sobral e Fortaleza.

Para a escolha da denominação e emprego do uso do termo Complexo Nordestino, foram levadas em consideração as observações de campo feitas no decorrer do mapeamento, bem como os resultados obtidos posteriormente em análises tanto petrológicas como geocronológicas, que não permitiram uma separação ou individualização em unidades cronoestratigráficas distintas, conforme vêm assinalados nos esquemas litoestratigráficos propostos para a área em epígrafe.

Um outro fator que veio contribuir bastante para a referida designação foi a integração feita com os dados até então disponíveis para a Folha contígua SB.24 Jaguaribe nas áreas limítrofes, onde se pode comporvar a presença marcante de conjunto litológico que compõe a então proposta unidade litoestratigráfica.

Com o auxílio das imagens de radar foi também possível avaliar a sua continuidade física e a sua distribuição espacial, através de porção meridional da Folha SB.24, a qual poderá ser facilmente reconhecida, recobrimdo extensas áreas de grande parte da região nordestina.

Na conceituação aqui adotada, o Complexo Nordestino passa a constituir um conjunto litológico que corresponde no contexto da geologia pré-cambriana da porção mais setentrional do Ceará, na Folha SA.24, a um conjunto de rochas reportado por diversos autores com as seguintes denominações: "Complexo Fundamental" de Crandall (*op.cit.*), "Complexo Cristalino" de Brasil Sobrinho (*op.cit.*) e "Pré-Cambriano Indiviso" de Silva & Silva (*op.cit.*). Faz parte ainda dentro do esboço tectônico elaborado por Kegel, Scorza e Coelho (*op.cit.*), ao que eles denominaram como "Corpos Orogênicos de Coreaú, Acaraú e Santa Quitéria", equivalendo também à porção norte do "Alto Tectônico Tamboril—Itapagé e das Faixas de Dobramento de Independência—Sobral e Rio Curu" de Brito Neves (1973), bem como dos "Maçãos Medianos de Santa Quitéria e Tróia" de Brito Neves (1975), ou ainda como parcela do "Escudo Nordestino" de Suszczyński (1966), "Pré-Cambriano B" de Costa *et alii* (1973), "Cinturão Caririano" de Mello, A. (1977). Ainda engloba as unidades litoestratigráficas definidas e individualizadas por Braga *et alii* (*op.cit.*) no Projeto Fortaleza, constituídas pelo Complexo Caicó, Complexo Tamboril—Santa Quitéria e Grupo Ceará.

## B) Posição estratigráfica

O conjunto de rochas polimetamórficas mapeadas como pertencentes ao Complexo Nordestino constitui, ao nível dos dados até então disponíveis, juntamente com a associação litológica que define o Complexo de Granja na Folha SA.24, o substrato das áreas pré-cambrianas, ambas ocupando a posição basal da coluna estratigráfica da área em epígrafe.

O Complexo Nordestino já foi anteriormente dividido em pelo menos três unidades litoestratigráficas distintas, constituídas pelos Complexos Caicó, Tamboril—Santa Quitéria e pelo Grupo Ceará, conforme vem assinalado no trabalho de Braga *et alii* (*op.cit.*).

Os estudos ora desenvolvidos mostraram-se incompatíveis com o esquema apresentado por aqueles autores, fato esse, comprovado pelas observações efetuadas ao longo daquelas unidades litoestratigráficas que guardam entre si as mesmas características dos seus elementos estruturais e petrológicos; transformados apenas pela maior ou menor intensidade de migmatização, visto na passagem transicional típica que ocorre nessa associação de rochas, não tendo sido observadas feições discordantes, tectônicas ou angulares, que justificassem uma divisão do Complexo Nordestino em outras unidades estratigráficas formais distintas.

A colocação do Complexo Nordestino, como de idade pré-cambriana inferior(?) a média, decorre do valor interpretativo a partir dos resultados geocronológicos obtidos, que não permitiram situar ainda a sua verdadeira posição cronoestratigráfica.

Apesar dos dados radiométricos disponíveis neste trabalho, também não foi possível estabelecer-se um padrão geocronológico de referência típico para o Complexo Nordestino, devido à má distribuição espacial dos respectivos pontos analíticos nos diagramas onde as isócronas obtidas possuem razões  $Rb^{87}/Sr^{86}$  baixas com valores dispersos e não confiáveis. Entretanto, o valor de 2.000 MA em isócrona de referência foi a idade mais antiga obtida para a unidade, devendo ser tomado como padrão (caso se assumira razão inicial de 0,708).

Pela sua distribuição espacial muito ampla na área mapeada, esta unidade litoestratigráfica é recoberta em discordância erosiva em toda a faixa litorânea pelos sedimentos continentais do Grupo Barreiras, sendo que, na porção leste da Folha SA.24-Y-C no *Horst* de Tucunduba, ocorre subjacente aos sedimentos da Sinéclise do Parnaíba. Os seus limites com as demais unidades litoestratigráficas, Grupo Martinópole, Grupo Ubajara e Grupo Jaibaras, são de caráter tectônico delimitado pelas Falhas de Itacolomi, Arapá, Tangente e pela importante geossutura conhecida como Lineamento Sobral—Pedro II.

## C) Distribuição na área

A associação petrotectônica que constitui esta unidade litoestratigráfica recobre a maior parte da área mapeada, que equivale a uma faixa de aproximadamente 40% em relação às demais unidades litoestratigráficas. A sua distribuição espacial ocorre desde o extremo oriental na Folha SA.24-Z-C passando para a Folha contígua SA.24-Y-D, onde é interrompida parcialmente à altura do Lineamento Sobral—Pedro II pelo conjunto de rochas individualizadas como Grupo Jaibaras. Reaparece no trecho compreendido entre os *Grabens* de Jaibaras e Martinópole definido como *Horst* de Tucunduba na Folha contígua SA.24-Y-C, em uma faixa que se estende desde a borda da Sinéclise do Parnaíba em direção à costa Atlântica, desaparecendo sob a cobertura sedimentar terciária do Grupo Barreiras. Nas áreas longitudinais do *Horst* de Tucunduba é delimitada pelas Falhas de Arapá e de Itacolomi, onde são marcados os contatos com as unidades litoestratigráficas dos Grupos Ubajara e Martinópole respectivamente. A sul, adentra pela Folha contígua SB.24 exatamente no limite do paralelo 4°S, e ao norte é recoberto em toda sua extensão próximo da orla costeira pelos sedimentos do Grupo Barreiras.



#### D) Geocronologia

No tocante ao Complexo Nordestino, foram estudadas geocronologicamente 51 amostras, distribuídas na Folha SA.24 e em parte na Folha contígua SB.24, obedecendo à seguinte compartimentação.

#### I. Região Itapipoca—Santa Quitéria

Vinte e cinco datações Rb/Sr (três do Projeto RADAMBRASIL) e quatro K/Ar são disponíveis para a região de Itapipoca—Santa Quitéria. Visando a maior clareza na discussão geocronológica são aqui incluídas no diagrama isocrônico determinações Rb/Sr e K/Ar correlacionadas da Folha SB.24. Os dados analíticos Rb/Sr e K/Ar utilizados acham-se listados nas Tabelas 1.IV e 1.V.

Os dados analíticos Rb/Sr preexistentes somados àqueles ainda inéditos evidenciam o mesmo padrão geocronológico anteriormente definido por Brito Neves (1975). É assim, pois, que as isócronas daquele autor com cerca de 510 MA e 680 MA acham-se agora melhor definidas, com o acréscimo respectivamente de suas amostras (MSQ-G-8; MSQ-B-14) e três amostras (MSQ-1; MSQ-2; MSQ-3). Por outro lado, a amostra MSQ-5, posicionada entre as isócronas com 680 MA e 860 MA (Fig. 1.7), sugere o envolvimento parcial desta porção do Complexo Nordestino nos processos termotectônicos do Ciclo Orogênico Brasileiro.

O estudo geocronológico (Fig. 1.7) comprova a fase principal de re-homogeneização isotópica desse conjunto de rochas em torno de 680 MA, para uma razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,704 \pm 0,004$ .

Foram adicionados à isócrona de  $507 \pm 80$  MA, antes pobremente caracterizada devido às elevadas relações  $Rb^{87}/Sr^{86}$  dos granitos, um leucossoma de migmatito (MSQ-G-8) e um granodiorito

gnaisse (MSQ-B-14), o que melhora qualitativamente o diagrama, pois suas razões situam-se mais próximas da origem das ordenadas. Verifica-se, assim, que a granitização provavelmente abrangeu rochas de diferentes conjuntos litoestruturais e idades, havendo inclusive uma gradação do processo. Este último padrão geocronológico determinado ( $507 \pm 80$  MA), para rochas graníticas grosseiras, já se estendia ao final do Ciclo Brasileiro.

A idade de  $855 \pm 166$  MA (razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,709 \pm 0,001$ ), traçada para encaves do Complexo Nordestino e incluindo rochas do *Horst* de Tucunduba (B8-1, MCO-B-1, MCO-B-2) (Fig. 1.7), é aqui interpretada como mínima para o início da granitização, em face da má caracterização da isócrona (valores da relação  $Rb^{87}/Sr^{86}$  inferiores a 1,5) e das rochas envolvidas (anfíbolitos, escarnitos) que possuem razões iniciais diferentes. Torna-se evidente pelo erro analítico da isócrona de referência que o valor obtido ainda não é definitivo, havendo necessidade de novos estudos geocronológicos para esclarecer o problema. De qualquer modo, admitem-se idades mínimas transamazônicas para o Complexo Nordestino, em vista da elevada relação inicial da isócrona de referência, incompatível com a natureza básica das rochas estudadas. Além disso, os valores radiométricos Rb/Sr dos anfíbolitos, quando recalculados com  $Rf = 0,705$ , indicam idades em torno de 2.000 MA (por exemplo, amostras B7-12a, 12c).

As poucas determinações K/Ar existentes para esta região demonstram apenas perdas parciais de argônio durante as fases brasileiras, inclusive para os encaves anfíbolíticos. A maioria das idades aparentes situam-se no intervalo de tempo 640-590 MA, o qual é interpretado como representativo dos resfriamentos da fase principal de granitização.

TABELA 1.IV  
Dados analíticos Rb/Sr, em rocha total, do Complexo Nordestino (região de Itapipoca—Santa Quitéria)

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	$Rb^{87}/Sr^{86}$	$Sr^{87}/Sr^{86}$ *	I. CONV. (MA)	I. ISOCR. (MA)	R. INICIAL	REF.
B7-2a	Gnaiss tonalítico	SA.24-Y-D	869	179,8	189,8	2,75 ± 0,08	0,7333 ± 0,0023	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
B7-2b	Gnaiss granodiorítico	SA.24-Y-D	859	112,2	223,4	1,46 ± 0,04	0,7206 ± 0,0013	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
B7-2c	Gnaiss granodiorítico	SA.24-Y-D	858	112,4	275,3	1,18 ± 0,03	0,7161 ± 0,0024	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
B7-2d	Gnaiss granodiorítico	SA.24-Y-D	1.011	124,5	261,0	1,38 ± 0,04	0,7183 ± 0,0020	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
B7-1b	Gnaiss granodiorítico	SA.24-Y-D	922	119,4	534,3	0,85 ± 0,02	0,7105 ± 0,0010	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
B7-3	Gnaiss granítico	SA.24-Y-D	860	187,4	102,4	5,32 ± 0,15	0,7556 ± 0,0027	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
MCO-B-1	Granito gnaiss	SA.24-Y-C	2.244	60,1	840,0	0,20 ± 0,01	0,7104 ± 0,0014	1.450 ± x	—	0,706 ± 0,002	5
B8-1	Gnaiss listrado	SA.24-Y-C	—	71,7	516,2	0,402 ± 0,008	0,7165 ± 0,0013	1.916 ± 278	—	0,705 ± 0,001	4
MCO-B-2	Gnaiss listrado	SA.24-Y-C	2.245	59,3	544,0	0,32 ± 0,01	0,7139 ± 0,0006	1.676 ± 440	—	0,706 ± 0,002	5
MSQ-1	Gnaiss melanocrático	SA.24-Y-D	2.619	14,9	312,5	0,14 ± 0,00	0,7066 ± 0,0026	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	5
MSQ-3	Migmatito	SA.24-Y-D	3.043	89,6	303,4	0,86 ± 0,02	0,7132 ± 0,0011	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	5
MSQ-4	Augen-gnaiss	SA.24-Y-D	2.621	93,0	300,0	0,82 ± 0,02	0,7119 ± 0,0018	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	5
MSQ-5	Augen-gnaiss	SA.24-Y-D	2.622	180,8	450,0	1,16 ± 0,02	0,7201 ± 0,0012	820 ± 136	—	0,706 ± 0,002	5
MSQ-B-14	Granodiorito	SA.24-Y-D	3.206	244,9	210,8	3,37 ± 0,07	0,7316 ± 0,0010	515 ± 47	(510)	0,706 ± 0,001	4
MSQ-G-8	Leucossoma de migmatito	SA.24-Y-D	3.201	138,0	239,2	1,67 ± 0,03	0,7185 ± 0,0009	—	(510)	0,706 ± 0,001	4
282-AG-DN-116	Anfíbolito	SA.24-Y-D	3.404	103,0	900,0	0,33 ± 0,01	0,7088 ± 0,0012	—	—	0,708 ± 0,002	4
B7-10	Gnaiss granítico	SA.24-V-B	921	203,3	189,5	3,12 ± 0,09	0,7361 ± 0,0017	—	(680)	0,7046 ± 0,0007	4
B7-5	Granito	SA.24-V-B	861	195,8	111,0	5,13 ± 0,14	0,7448 ± 0,0011	500 ± 22	(510)	0,7070 ± 0,001	4
B7-6	Granito	SA.24-V-B	924	252,6	143,1	5,13 ± 0,14	0,7430 ± 0,0012	493 ± 35	(510)	0,7070 ± 0,001	4
B7-8	Granito	SA.24-V-B	870	226,9	149,5	4,41 ± 0,12	0,7404 ± 0,0013	514 ± 28	(510)	0,7070 ± 0,001	4
B7-11a	Escarnito	SA.24-V-B	854	43,8	87,4	1,45 ± 0,04	0,7314 ± 0,0028	1.090 ± 136	(860)	0,7090 ± 0,001	4
B7-11b	Escarnito	SA.24-V-B	923	33,7	75,6	1,29 ± 0,04	0,7249 ± 0,0008	880 ± 75	(860)	0,7090 ± 0,001	4
B7-12c	Anfíbolito	SA.24-V-B	872	8,2	131,6	0,16 ± 0,01	0,7101 ± 0,0013	1.100 ± 400	(860)	0,7090 ± 0,001	4
B7-12a	Anfíbolito	SA.24-V-B	1.025	8,4	136,9	0,19 ± 0,01	0,7114 ± 0,0014	1.210 ± 621	(860)	0,7090 ± 0,001	4
B7-9	Anfíbolito	SA.24-V-B	930	20,0	82,0	0,706 ± 0,020	0,7092 ± 0,0013	403 ± 160	—	0,705 ± 0,001	4

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>;  $Rb^{87}/Rb^{86} = 2,6027 \pm 0,048$ . \*Valores de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  normalizados para a constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ .

TABELA 1.V  
Dados analíticos K/Ar do Complexo Nordestino (região de Itapipoca—Santa Quitéria)

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	MATERIAL	N.º LAB.	%K	ERRO (K) (75%)	$Ar_{rad}^{40} \times 10^{-6}$	% $Ar_{atm}^{40}$	IDADE (MA)	REF.
B7-9a	Anfíbolito	SB.24-V-B	RT	3.004	0,4241	0,0014	12,90	20,79	642 ± 30	4
B7-11a	Escarnito	SB.24-V-B	RT	3.006	1,2791	0,0064	34,91	8,01	584 ± 14	4
B7-12a	Anfíbolito	SB.24-V-B	RT	3.011	0,7014	0,0077	20,43	7,26	618 ± 15	4
PV-53-Ce	Anfíbolito	SB.24-V-B	Anfíbolito	632	0,176	—	9,89	7,0	1.050 ± 120	1

Constantes:  $\lambda_{total} = 0,530 \times 10^{-9}$  anos<sup>-1</sup>;  $\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10}$  anos<sup>-1</sup>; % de  $K^{40}$  em  $K_{total} = 0,019$ ; (\*) moles (cc STP).

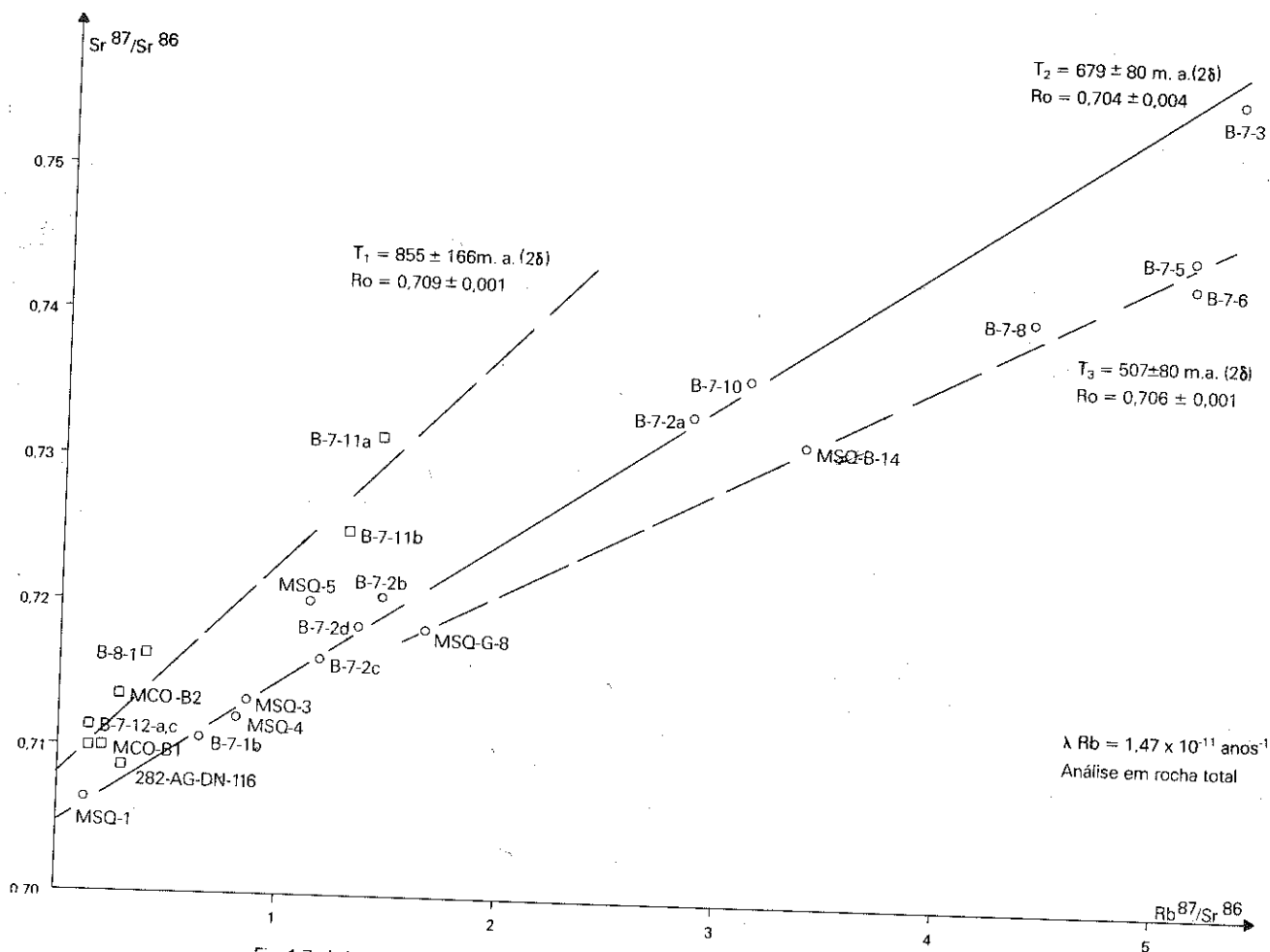


Fig. 1.7 - Isócronas Rb/Sr de referência do Complexo Nordestino (Região Itapipoca - Santa Quitéria).

## II. Região de Fortaleza

Existem até o momento apenas seis datações Rb/Sr (Tab. 1.VI) para as rochas do Complexo Nordestino, situadas próximas da cidade de Fortaleza: quatro idades referem-se à pedra Caucaia (Brito Neves, 1978), uma à serra de Itaitinga e outra à serra de Maranguape (reportada em Hurley *et alii*, 1968). O único resultado K/Ar disponível, referente ao piroxenito coletado no serrote de Manoel Gonçalves (Folha SA.24-Z-C), é devido ao Projeto RADAM-BRASIL.

Os dados Rb/Sr, tratados em diagrama isocrônico (Fig. 1.8), indicam a importância do evento Brasileiro na evolução final destas rochas. A razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$ , em torno de 0,706, sugere que as amostras analisadas possuíram existência crustal anterior, de sorte que se admite uma idade transamazônica para esta região analogicamente a outras porções do Complexo Nordestino.

O Piroxenito de Manoel Gonçalves apresentou idade aparente K/Ar próxima a 1.800 MA. Apesar desta análise possuir teor crítico de potássio para o método radiométrico, habilitando a hipótese da existência de argônio em excesso, e ter sido realizada em material desfavorável, admite-se aqui que a idade ora obtida tenha validade geológica. Os dados analíticos encontram-se na Tabela 1.VII.

Na isócrona (Fig. 1.8) consta uma amostra do monzonito da serra de Itaitinga comprovando que esta pertence à mesma fase de homogeneização isotópica das rochas da pedra Caucaia. Os dados de campo aliados à datação obtida sugerem que a rocha seja um provável produto de anatexia do embasamento desta porção da Folha SA.24. Da mesma forma, a amostra 5291 (datada por Hur-

ley *et alii*, *op. cit.*), coletada na serra do Maranguape, evidencia também pertencer ao evento re-homogeneizador acima mencionado. Cabe notar os resultados obtidos na isócrona de referência para o MSWD e CORR.R. que impedem considerações adicionais para as rochas desta parte da Folha SA.24.

## III. Regiões sudeste de Forquilha e rio Curu

Os metassedimentos clásticos da região sudeste de Forquilha mostram dados analíticos com problemas interpretativos, em termos de idades Rb/Sr convencionais (Tab. 1.VIII) e de diagrama isocrônico (Fig. 1.9). Apesar da pequena amostragem disponível, os comentários a serem elaborados possuem amplo suporte nos dados de campo e laboratório. Visando-se maior clareza expositiva, incluíram-se na isócrona os dados analíticos das amostras do rio Curu, permitindo uma comparação geocronológica.

No campo, os metassedimentos da região de Forquilha exibem variada litologia clástico-pelítica, com bandeamentos e xistosidade dobrada nas amostras de mão, localmente apresentando vestígios de fenômenos de migmatização (Fig. 1.10). Na análise micropetrográfica verifica-se predomínio de composições globais granodioríticas (plagioclásio predominante sobre o microclínio), havendo algumas evidências de processos de migmatização. Em diversas amostras constataram-se microclínização de plagioclásio e muscovitização de biotita em nível preliminar, o que retrata formação tardia de fases minerais.

Tais observações justificam o espalhamento das idades Rb/Sr convencionais obtidas, calculadas para uma mesma razão inicial

TABELA 1.VI  
Dados analíticos Rb/Sr do Complexo Nordestino (porção oriental da Folha SA.24)

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	I. CONV. (MA)	R. INICIAL	REF.
SJB-1	Migmatito	SA.24-Z-C	2.613	121,3	229,3	1,53±0,03	0,7198±0,0015	—	0,706±0,002	5
SJB-2	Gnaíse listrado	SA.24-Z-C	2.614	116,5	1.107,0	0,31±0,01	0,7122±0,0010	—	0,706±0,002	5
SJB-3	Migmatito	SA.24-Z-C	2.615	71,6	300,4	0,69±0,01	0,7136±0,0017	—	0,706±0,002	5
SJB-4	Gnaíse	SA.24-Z-C	2.616	69,7	72,4	2,80±0,06	0,7378±0,0010	768±56	0,706±0,002	5
215-AG-40	Granito	SA.24-Z-C	3.136	300,4	239,8	4,37±0,09	0,7499±0,0014	680±40	0,706±0,002	—
5291	Gnaíse	SA.24-Z-C	—	—	—	2,551	0,733	730**	0,707	2

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>;  $Rb^{86}/Rb^{87} = 2,6027 \pm 0,0048$ . \*Valores de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  normalizados para a constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ . \*\*Idade convencional com  $\lambda_{Rb} = 1,39 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>.

TABELA 1.VII  
Dados analíticos K/Ar do Piroxenito de Manjeri e Bonçalves

N.º CAMPO	MATERIAL	N.º LAB.	%K	ERRO(K) (75%)	Ar <sub>rad</sub> <sup>40</sup> moles (cc STP) g	%Ar <sub>atm</sub> <sup>40</sup>	IDADE (MA)
251-DN-44	RT	3.878	0,1143	3,34	$12,79 \times 10^{-6}$	5,25	1.721±60

Constantes: %K<sup>40</sup> em K<sub>total</sub> = 0,0119; K<sub>total</sub> =  $0,530 \times 10^{-9}$  anos<sup>-1</sup>;  $\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10}$  anos<sup>-1</sup>.

TABELA 1.VIII  
Dados analíticos Rb/Sr do Complexo Nordestino (regiões sudeste de Forquilha e rio Curu).

N.º CAMPO	LITOLOGIA	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	I. CONV. (MA)	OBS.
MSQ-A-3	Migmatito	3.205	147,4	186,4	2,31±0,05	0,7777±0,0015	2.084± 93	Forquilha
MSQ-A-5	Gnaíse	3.202	149,1	229,1	1,89±0,04	0,7554±0,0006	1.752± 88	Forquilha
MSQ-A-6	Gnaíse	3.202	224,5	122,4	5,33±0,11	0,7522±0,0008	586± 32	Forquilha
MSQ-A-8	Gnaíse biotítico	3.204	149,6	512,2	0,85±0,02	0,7107±0,0014	—	Forquilha
282-AG-DN-130	Gnaíse (parte xistosa)	3.400	200,8	261,9	2,23±0,04	0,7643±0,0011	1.755± 84	Forquilha
282-AG-DN-130	Gnaíse (parte félsica)	3.401	113,8	188,0	1,97±0,04	0,7759±0,0012	2.367±102	Forquilha
SJA-1	Xisto bimicáceo	3.197	204,8	141,8	4,21±0,08	0,7714±0,0015	1.049± 50	Rio Curu
SJA-1 (Rep)	Xisto bimicáceo	3.197	204,8	141,8	4,21±0,08	0,7723±0,0013	1.063± 48	Rio Curu
SJA-2	Xisto (camadas félsicas)	3.198	195,8	240,9	2,36±0,05	0,7422±0,0010	1.034± 70	Rio Curu
SJA-2 (Rep)	Gnaíse (camadas félsicas)	3.198	195,8	240,9	2,36±0,05	0,7434±0,0016	1.068± 79	Rio Curu
SJA-3	Gnaíse bimicáceo	3.199	294,3	434,9	1,97±0,04	0,7421±0,0014	1.238± 91	Rio Curu
SJA-4	Gnaíse bimicáceo	3.200	236,2	524,8	1,31±0,03	0,7384±0,0008	1.665± 118	Rio Curu
264-AG-56	Anfibolito	3.399	77,0	1.138,7	0,20±0,00	0,7185±0,0017	—	Rio Curu
264-AG-59	Gnaíse (parte félsica)	3.402	233,2	457,2	1,48±0,003	0,7308±0,0050	1.132±244	Rio Curu
264-AG-59	Gnaíse (parte xistosa)	3.403	170,1	217,1	2,27±0,005	0,7397±0,0010	1.003± 72	Rio Curu
SRC-5**	Gnaíse micáceo	2.617	117,9	137,5	2,49±0,05	0,7318±0,0014	702± 69	Rio Curu
SRC-6**	Gnaíse micáceo	2.618	120,9	155,2	2,26±0,05	0,7307±0,0022	740± 91	Rio Curu

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>;  $Rb^{86}/Rb^{87} = 2,6027 \pm 0,0048$ ;  $(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0,706 \pm 0,002$ . \*Valores de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  normalizados para a constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ . \*\*Ref.: 5.

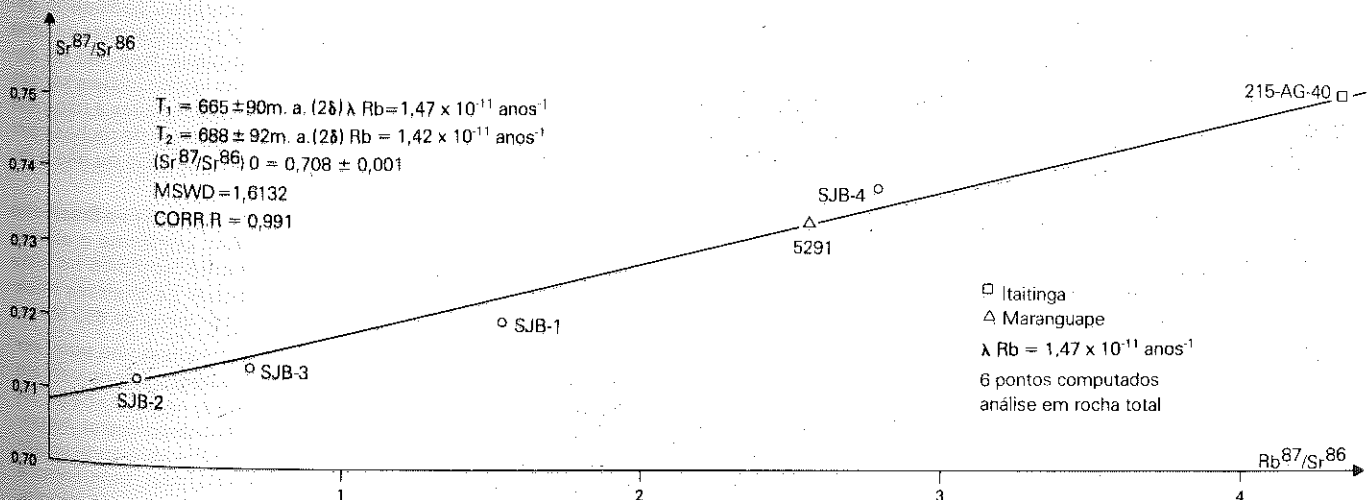


Fig. 1.8 - Isócrona de referência para rochas gnáissicas e graníticas do Complexo Nordestino (porção oriental da Folha SA.24).

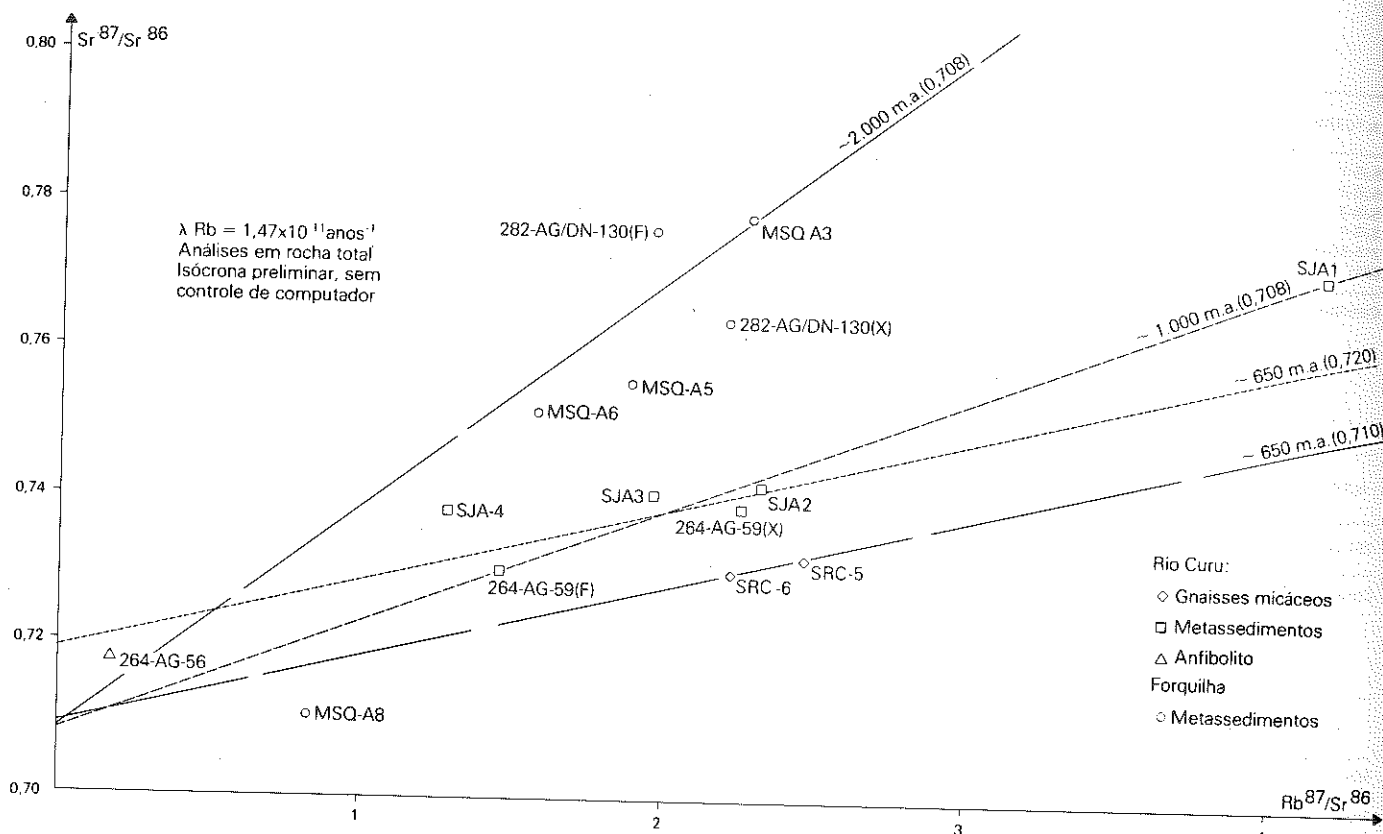


Fig.1.9 - Isócronas de referência para as rochas metassedimentares das regiões do rio Curu e sudeste de Forquilha.

( $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,706 \pm 0,002$ ). Exemplificando, observam-se as frações félsica e máfica da amostra 282-AG-DN-130, que acusaram idades convencionais entre 2370 e 1750 MA.

Pelo exposto anteriormente, torna-se evidente que estas idades não podem ser interpretadas em termos de formação (dobramento, metamorfismo finais) da seqüência metassedimentar.

Em vista disso, traçou-se a isócrona de 2.000 MA ( $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,708$ ), de referência relativa àquelas amostras com menores evidências de metamorfismo, sendo atribuível ao evento geodinâmico Transamazônico sua evolução principal. Pontos situados abaixo desta isócrona (MSQ-A-5 e 282-AG-DN-130—banda xistosa) referem-se a amostras afetadas pelos fenômenos de microclinização e muscovitização, e que se aproximam em litologia e comportamento geocronológico com aquelas do rio Curu. Estes eventos de neoformação de fases minerais, comuns ao Complexo Nordeste, podem ter sido originados no Ciclo Brasileiro ou mesmo serem do Transamazônico (de sua fase tardia).

Finalmente, a amostra MSQ-A-8, postada sob a isócrona de 650 MA (0,710), evidencia provavelmente uma re-homogeneização de estrôncio durante a evolução principal brasileira do Complexo Nordeste, sendo necessários estudos adicionais para sua melhor caracterização geocronológica.

A análise dos dados geocronológicos da faixa metassedimentar do rio Curu (Fig. 1.11) revela em diagrama isocrônico de referência (Fig. 1.9) uma patente dispersão dos seus pontos analíticos, sendo inviável, no momento, uma decisão sobre a idade de formação no contexto petrotectônico. De sorte que podem ser aventadas as seguintes hipóteses para a evolução destas rochas:

— os metassedimentos teriam sido formados no ciclo Transamazônico (em provável sincronia com os da região de Forquilha) e

mobilizados no Brasileiro de forma parcial e diferencial, nas diversas amostras coletadas. Eventos de neoformação de microclínio, quartzo e muscovita são constatados nas análises micropetrográficas, sendo correspondentes em sua intensidade à diversificação das idades convencionais (Tab. 1.VIII). Constata-se que para uma maior intensificação do processo metassomático há um maior rejuvenescimento isotópico (por exemplo, amostra 264-AG-59; Fig. 1.9, Tab. 1.VIII);

— outra possibilidade interpretativa para a distribuição dos pontos analíticos no diagrama isocrônico seria o traçado de duas isócronas paralelas com 650 MA (Fig. 1.9), e com razões iniciais de 0,710 e 0,720 respectivamente. Neste complexo, considerar-se-iam as amostras como representantes de frações distintas de uma seqüência metassedimentar variada e complexa, cuja fase de dobramento final deu-se no Ciclo Brasileiro. As razões iniciais seriam indicativas de diferentes fontes primárias relacionadas à natureza complexa do material original ou ainda à presença de rochas com vida crustal prévia, distintas no tempo, e envolvendo ou não a infra-estrutura retrabalhada; e

— a faixa metassedimentar teria idade intermediária ao Brasileiro e Transamazônico (da ordem de 1.000 MA), conforme o alinhamento tracejado (Fig. 1.9). Rejuvenescimento isotópico no ciclo Brasileiro teria afetado decisivamente apenas os gnaisses micáceos SRC-5 e SRC-6, que acusaram idade em torno de 650 MA.

A definição por algumas destas três alternativas não pode ser feita com o número de qualidade das informações disponíveis até o momento. Igualmente não se pode descartar nenhuma delas. As observações geológicas, as semelhanças de campo destes metassedimentos com aqueles da região de Forquilha (que apresentam idade transamazônica, na interpretação adotada), bem como a coerência entre as análises petrográficas e os resultados geocronológicos favorecem a adoção da primeira alternativa levantada.

## E) Petrografia

Esta unidade litoestratigráfica está representada por uma grande variedade de amostras, que caracterizam a ampla e complexa associação petrotectônica que a compõe. As litologias predominantes deste complexo estão representadas por migmatitos, granitóides, gnaisses e quartzitos, seguidas de anfibolitos, calcários cristalinos, xistos, calcossilicatadas, rochas cataclásticas, sienito, piroxenito e rochas granulares. Serão também abordados neste capítulo os corpos básicos discordantes, relacionados com o Complexo Nordeste.

As subdivisões adotadas, atribuindo-se denominações informais, baseiam-se fundamentalmente nas diferenças litológicas apresentadas por esta unidade litoestratigráfica.

### 1. Migmatitos

As subdivisões adotadas para a caracterização destas litologias têm como base a classificação de campo, a partir da qual serão individualizadas as variações petrográficas, apresentadas em cada conjunto metamórfico. Este critério foi adotado, em função da impossibilidade de separar as unidades litológicas, a partir de uma classificação puramente petrográfica, com descrições de amostras de mão e lâminas delgadas. A caracterização em campo, de tais rochas, fundamentada na observação das estruturas apresentadas, é de maior valor como também mais correta.

Com base no critério acima exposto, esta unidade litoestratigráfica foi subdividida de acordo com Mehnert (*op. cit.*) em diatexitos e metatexitos (Tab. 1.IX), enfatizando-se porém que os limites entre as estruturas não são rígidos, podendo ocorrer associados em afloramentos.

#### a) Diatexitos

Os diatexitos foram identificados com maior frequência nos sangradouros dos açudes Caxitoré e Serrota, no serrote Santa Luzia e serrote da Cruz, além das regiões situadas a leste da serra do Tucunduba e a sudoeste de Itapipoca.

As estruturas mais comuns são nebulíticas e *schlieren* podendo ocorrer pontuações anatéticas formando pequenos núcleos. Estas rochas podem aparecer cortadas por inúmeros veios quartzosos ou aplíticos. As litologias constituintes destes metamorfitos em observação de campo apresentam uma variação nas estruturas migmatíticas, os quais podem passar gradacionalmente para rochas migmatíticas tipos metatexitos ou granitóides anatéticos.

Macroscopicamente exibem tonalidades que variam de cinza-claro a cinza-escuro, aproximadamente equigranulares em amostra individual, com uma granulação que varia de fina a grossa. Os constituintes fundamentais estão orientados, às vezes exibindo um bandeamento descontínuo e irregular, sem formarem camadas individualizadas de félsicos e máficos. Os migmatitos diatexitos constituem litologias monótonas, compostas por uma mineralogia à base de feldspato, quartzo e biotita, às vezes ocorrendo hornblenda e/ou granada. O aspecto de composição petrográfica varia entre granítica e granodiorítica.

#### 1. Composição granítica

As amostras analisadas exibem um mosaico inequigranular, onde se têm camadas quartzo-feldspáticas de granulação mais grosseira e fraturada. As camadas félsicas são irregulares e descontínuas, achando-se intercaladas por delgados níveis micáceos à base de biotita e muscovita, os quais estão mais ou menos orientados, formando níveis descontínuos.

O microclínio é o mineral mais abundante, com bordos fraturados e aspecto facoidal, circundados por uma argamassa quartzo-feldspática micácea. Segue-se-lhe o quartzo, com granulação fina a média, bastante fraturado e triturado, onde os cristais maiores mostram-se recurvados, e normalmente ocorrem como constituintes da argamassa. Outro félsico essencial é o plagioclásio, vari-

idade oligoclásio, granulação média, com macla albíta, circundado também pela argamassa quartzo-feldspática.

Os níveis micáceos, constituídos de biotita predominante e muscovita, apresentam orientação planar, às vezes acham-se interrompidos e infiltram-se para o interior da argamassa, onde, juntamente com os félsicos, circundam os minerais de granulação maior. Os acessórios compõem-se de zircão e apatita associados a camadas micáceas (Tab. 1.IX)

#### 2. Composição granodiorítica

Na seção delgada a rocha mostra um mosaico granoblástico, composto de plagioclásio e quartzo, interrompido por faixas lepidoblásticas descontínuas e encurvadas que fornecem à rocha um caráter bandeado. As faixas lepidoblásticas são constituídas por associações ferromagnesianas, onde os minerais micáceos representados por biotita e muscovita ocorrem em palhetas semi-orientadas, um pouco entrelaçadas, associadas a opacos pretos e vermelhos, granada, zircão e quartzo residual.

TABELA 1.IX  
Complexo Nordeste — Migmatitos

AMOSTRAS	METATEXITOS		DIATEXITOS			
	Granodiorítico	Granítico	Granodiorítico	Granítico		
MINERAIS %	282-AG-DN-109 SA.24-Y-D	215-AG-38 SA.24-Z-C	282-AG-DN-130 SA.24-Y-D	MSO-A-3 SA.24-Y-D	264-AG-59 SA.24-Y-D	282-AG-DN-116 SA.24-Y-D
Quartzo	x	20.02	x	19.0	x	x
Microclina	x	32.6	x	11.1	x	x
Pertita			x			
Plagioclásio	x	36.3	x	38.7	x	x
Muscovita	x		x		x	
Biotita	x				x	x
Muscovita/biotita-clorita		10.2	x			
Micas				27.7		
Granada	x			2.3		
Apatita	x		x		x	x
Epidoto	x					
Opacos			x			x
Titanita	x					x
Zircão	x		x		x	x
Sericita			x		x	
Óxido de ferro			x			
Acessórios		0.7		1.2		

(0.7): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

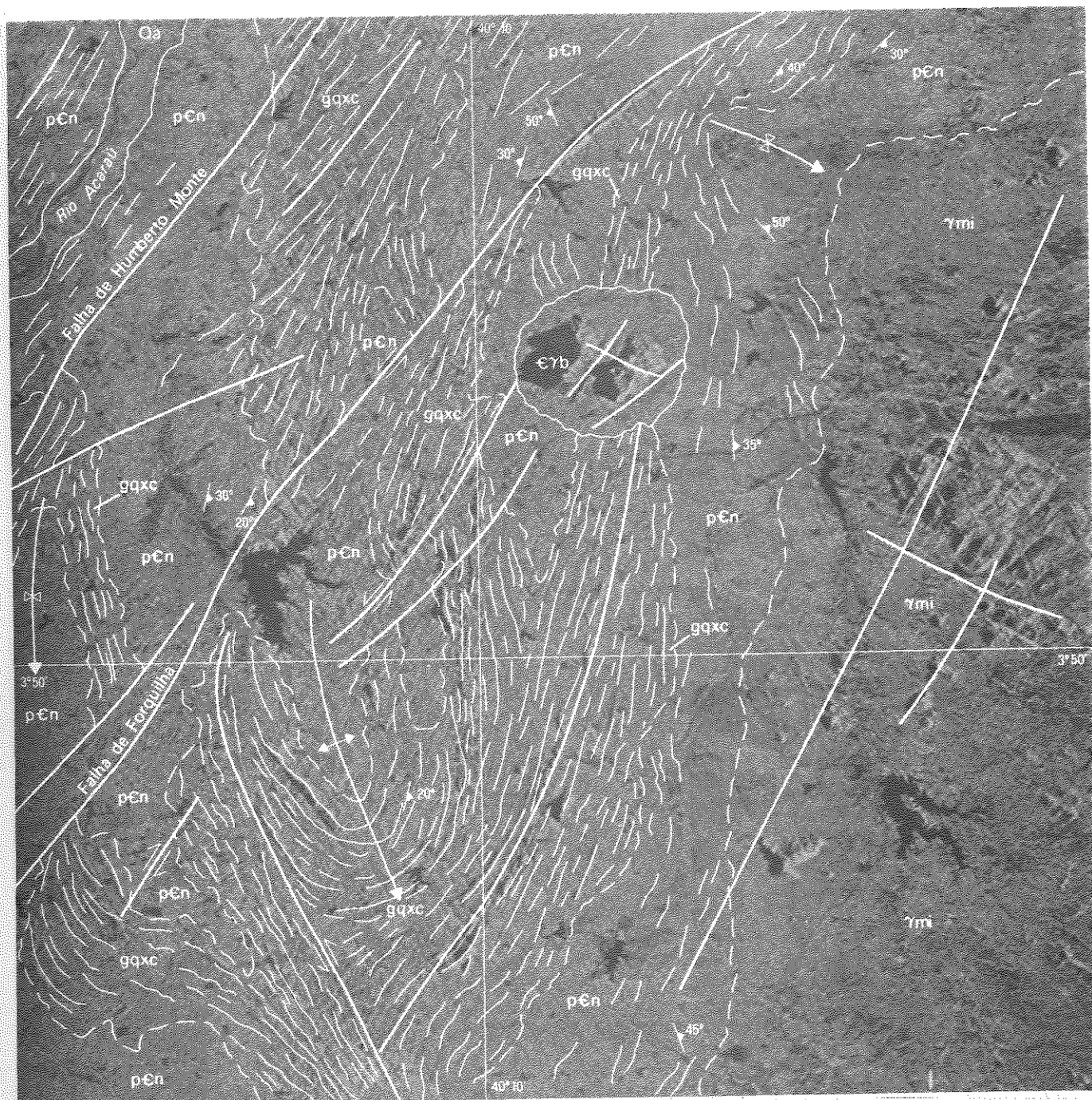




Região do açude Forquilha onde assomam rochas metassedimentares constituídas por migmatitos, gnaisses feldspatizados, granada-biotita, xistos, quartzitos e calcários (gqxc), intensamente dobradas e falhadas. Notar na porção leste da figura a passagem gradacional dessa sequência litológica, para os migmatitos e núcleos graníticos (ymi), que sustentam o planalto que forma a serra da Uruburetama, ocorrendo também nas áreas aplainadas adjacentes. Na porção superior da

figura, ocorre o Granito Serra da Barriga (Eγb) com características pós-orogênicas, de feição circular, intrusivo no conjunto de rochas plurimetamórficas de idade pré-cambriana inferior a média(?), pertencentes ao Complexo Nordestino (pEn). Imagem SLAR, obtida em 1975: 1976 — RADAMBRASIL — Folha SA.24-Y-D, escala aproximada 1:250.000.





G3 - Aluvião

C7b - Granito Serra da Barriga

pCn - Complexo Nordestino

7mi - Granitos e migmatitos

gqxc - Gnaisses, quartzitos, xistos e calcários

Direção e mergulho da foliação

Contato definido

Contato transicional

Falha

Falha de deslocamento horizontal

Eixo de anticlinal com caimento

Eixo de sinforme com caimento

Alinhamento, delineação de estrutura, traço de camada

Fig. 110 — Região de Forquilha. Rochas do Complexo Nordestino, caracterizando passagem transicional típica entre suas litologias, seccionadas pelo granito intrusivo Serra da Barriga. Escala 1:250.000. Folha SA.24-Y-D.





Observar na região do açude Caxitoré o contato transicional entre os metassedimentos da porção sudeste da figura, constituído de gnaisses, quartzitos xistos e calcários (gqxc), com migmatitos e núcleos granitóides (ymi), que sustentam a serra da Uruburetama. Esta configuração litológica reflete a atuação seletiva dos processos de granitização, metassomáticos e/ou anatéticos, que atuaram na área, mobilizando quase que totalmente rochas preexistentes, formando verdadeiros

núcleos graníticos. Em outros locais, as rochas foram mais resistentes à granitização atuando como verdadeiros "resistatos" (faixa metassedimentar de região do Açude Caxitoré). Todo esse conjunto de rochas faz parte do Complexo Nordestino (pCn). Notar o intenso sistema de falhas que se desenvolveu nessa associação petroectônica. Imagem de SLAR, obtida em 1975-1976 — RADAMBRAZIL — Folha SA.24-Y-D. Escala aproximada 1:250.000.



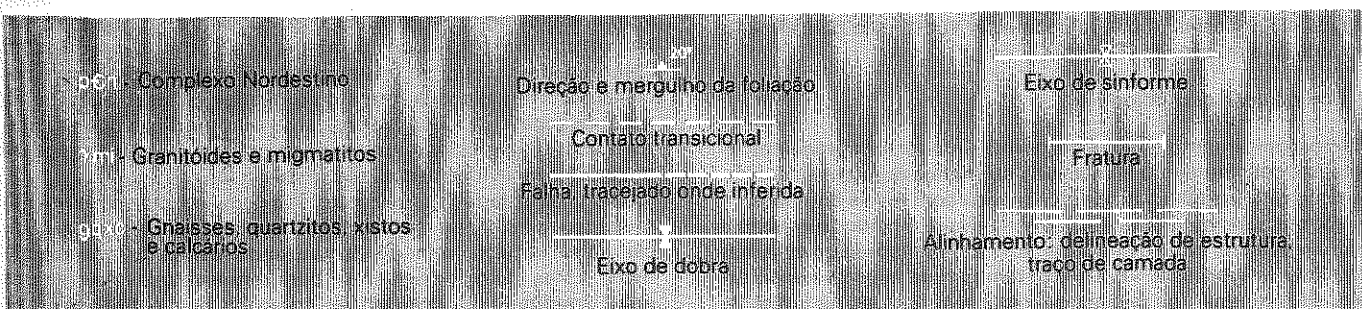


Fig. 1.11 — Serra da Uruburetama. Litologias do Complexo Nordestino com passagem transicional dos migmatitos e núcleos granitoides com os gnaisses, quartzitos, xistos e calcários da região de Caxitoré. Escala 1:250.000. Folha SA.24-Y-D.

A associação félsica está representada por oligoclásio, em grãos xenomorfos, mostrando algumas substituições para microclínio, com formação de leques mirmequíticos e quartzo gótico, inclusive no plagioclásio, caracterizando processos de metassomatose potássica, comprovado também pela formação de muscovita a partir da biotita. Cita-se ainda a granada, em grãos fraturados, também na faixa granoblástica em pequena quantidade (Tab. 1.IX).

#### b) Metatexitos

Da mesma forma que os diatexitos, os metatexitos estão representados por uma bem variada seqüência de estrutura megascópica, tais como do tipo agmatito, flebita, dobrada, oftalmítico, estromatito, ptigmatito etc. Estes migmatitos podem passar gradacionalmente para migmatitos diatexitos ou para gnaisses bandeados normais.

As melhores exposições de metatexitos ocorrem na região de São Luís do Curu—Pentecostes—Apuiarés, próximo a Senador Sá, a norte e sul de Sobral, Tururu, fazenda Cavalo Morto, Três Lagoas, Amontada, Pedra D'Água, Deserto e rio São Gonçalo. Os afloramentos apresentam-se com sistema de diáclases e com certa regularidade são cortados por veios de aplito, cuja possança pode variar de poucos centímetros a alguns decímetros. A foliação da rocha possui uma direção grosseiramente orientada segundo N40°-60°O.

Em amostra de mão estas rochas exibem colorações que variam de róseo-acinzentado a cinza-claro e escuro. Apresentam geralmente camadas mais ou menos individualizadas, onde a porção félsica (quartzo-feldspática) mostra granulação variando de média a grosseira, sendo que a última desenvolve porfiroblastos de feldspato róseo. Os níveis máficos são mais delgados que os félsicos, com predomínio de biotita. A rocha é de aspecto heterogêneo, com individualização das partes máficas e félsicas intercaladas. Quando a rocha apresenta porfiroblastos tende a um migmatito oftalmítico.

As análises petrográficas revelaram uma composição idêntica à dos diatexitos, dentro do intervalo que vai de granítica a granodiorítica.

#### 1. Composição granítica

Em seção delgada a rocha apresenta um mosaico heterogranoblástico, composto de porfiroblastos de microclínio, seguidos de poiquiloblastos de plagioclásio, unidos por faixas de granulação mais fina, constituída por biotita, leques mirmequíticos, quartzo, muscovita e acessórios como zircão e apatita automorfos, opacos, agulhas de rutilo em algumas lamelas de biotita, parcialmente cloritizadas.

Os fenoblastos de microclínio são tardios e englobam lamelas de biotita, grãos de plagioclásio e gotículas de quartzo. O microclínio exibe deformações, extinção ondulante pronunciada, sendo bordado geralmente por leques mirmequíticos.

O plagioclásio ocorre com granulação fina, subautomórfico, parcialmente argilizado. Além de metassomatose potássica relacionada à microclínização, observam-se bordas de albitização em alguns plagioclásios. A biotita pode estar substituída parcialmente por clorita e muscovita (Tab. 1.IX).

#### 2. Composição granodiorítica

Macroscopicamente a rocha apresenta uma textura granolepidoblástica, constituída de níveis mais ou menos regulares, de composição quartzo-feldspática, intercalados com níveis biotíticos.

Os minerais mais abundantes estão representados por plagioclásio e quartzo, onde o primeiro mostra-se xenomórfico com macla albíta (oligoclásio). O quartzo, também de aspecto xenoblástico, situa-se entre os feldspatos e micas ou inclusive na forma de gotas no plagioclásio. Sua granulação é variável e exibe extinção ondulante, como também o plagioclásio. Outro constituinte funda-

mental da rocha é o microclínio, de aspecto subédrico, com constantes leques mirmequíticos.

Os ferromagnesianos estão representados pela biotita em percentagem significativa, com lamelas subédricas, orientados linearmente. Acessoriamente têm-se zircão, esfero e apatita, normalmente com inclusões na biotita e/ou plagioclásio. Os minerais secundários são a muscovita e sericita, formados a partir da biotita e plagioclásio respectivamente (Tab. 1.IX).

As análises petrográficas dos neossomas e paleossomas de diversos locais descritos por Braga *et alii* (*op. cit.*) revelaram como minerais essenciais o plagioclásio, quartzo, microclínio e biotita, tendo ainda alguma hornblenda e/ou muscovita como essenciais. Dependendo do grau de metamorfismo alcançado, os neossomas foram descritos por aqueles autores como: muscovita-leptito, gnaiss quartzo-feldspático, leucogranito-gnaissico, enquanto que os paleossomas originários de sedimentos pelíticos foram classificados como biotita-xistos, hornblenda-biotita-xistos e micaxistos feldspatizados (leptinitos).

## II. Granitos anatóticos e metassomáticos

Na área da Folha SA.24 foram identificados núcleos anatóticos e metassomáticos, inferindo-se contatos litológicos gradacionais com as demais litologias do Complexo Nordestino, por ser de difícil individualização dos migmatitos e gnaisses, na escala de trabalho adotada neste relatório.

Braga *et alii* (*op. cit.*) citam que o posicionamento estrutural dos núcleos anatóticos indica uma afinidade com zonas apicais do processo de granitização, das áreas altamente migmatizadas, desenvolvidas em nível infracrustal.

As melhores exposições desses núcleos acham-se representadas na Folha SA.24-Z-C, nas serras de Maranguape, Pacatuba e Itaitinga, cujos limites com as rochas adjacentes não são nítidos, mas emergem continuamente na rocha encaixante passando a uma zona de rochas metablásticas, as quais gradam para os gnaisses normais do Complexo Nordestino, predominantes nesta porção da área. Estes núcleos granitoides são interpretados à luz dos conhecimentos atuais, como sin e tardicinemáticos (Marmo, 1971), bem como aos chamados "Domos Migmatíticos" ou "Domos Gnaiss-Graníticos" adotando-se as conceituações de Mehnert (*op. cit.*).

Macroscopicamente, as amostras estudadas apresentam uma granulação média, textura granular, coloração cinza-esbranquiçada com pontuações claras, permitindo à rocha uma difusa lineação. O exemplar estudado petrograficamente corresponde a um monzogranito com biotita e muscovita da serra de Itaitinga.

Em seção delgada, o feldspato é representado pelo plagioclásio do tipo oligoclásio, mostrando substituição incipiente para sericita e carbonato, e processo de microclínização com formação de quartzo em gotículas.

Os minerais micáceos ocorrem em palhetas desgastadas, interligando grãos disseminados pela lâmina, observando-se muscovita um pouco magnésiana e biotita transicionando para muscovita, evidenciando a redistribuição do potássio sofrida pela rocha. No estudo petrográfico, duas gerações de quartzo foram determinadas: o quartzo resultante da microclínização do plagioclásio, ocorrendo sob a forma de gotículas inclusas ou entre os grãos feldspáticos, e quartzo em grãos xenomórficos que se alternam com o plagioclásio no mosaico granular. Alguns grãos de opacos foram evidenciados, dispersos na lâmina.

Serão abordadas a seguir as rochas com aspecto estrutural homogêneo, e de aparência isotrópica, as quais apresentam evidências de substituição mineral, denunciando efeitos de metassomatismo. Estas litologias acham-se bem representadas nas regiões entre Umirim—Itapipoca, Itapajé—Irauçuba, bem como nas proximidades de Aracatiaçu, Iracema e Barra dos Macacos, localidades estas situadas na Folha SA.24-Y-D.

Os granitos metassomáticos mostram blastese de microclínio geralmente ocorrendo sob forma de fenocristais, sendo de fácil distinção com os núcleos anatóticos da Folha SA.24-Z-C.

Macroscopicamente apresentam uma grande variação de cores, tais como branco-amarelado, amarelo, cinza-claro, cinza com tons rosados e escuros. A granulação é variável, oscilando desde equigranular fina dominante a média e grosseira. Nas amostras analisadas, pode-se observar ainda alguma orientação, mas predominam tipos homogêneos, exibindo aspecto isotrópico. Mineralogicamente pode-se distinguir feldspatos brancos ou róseos, quartzo, biotita, anfibólio e granada (Tab. 1.X).

Em seção delgada, estas rochas caracterizam-se por apresentar um mosaico hipidiomórfico com variações heterogranoblástica e xenoblástica. Os constituintes minerais essenciais estão representados por feldspato potássico (microclínio), plagioclásio (oligoclásio) e quartzo; os minerais varietais são a biotita, hornblenda e muscovita. Como acessórios ocorrem opacos pretos, titanita e zircão, estes sempre presentes, podendo ocorrer ainda alanita, apatita, epidoto e granada; sericita, carbonato, clorita e hidrobiotita são decorrentes de processos de substituição.

O mineral essencial mais abundante é o K-feldspato (microclínio), que ocorre em grãos subédricos a anédricos, granulação fina a grosseira, geralmente pertitzados. Constantemente, observam-se a presença de leques mirmequíticos, inclusões goticulares e quartzo e fenoblastos de K-feldspato englobando o plagioclásio, denunciando a atuação de fenômenos metassomáticos. Os fenoblastos podem desenvolver aspecto poiquiloblástico, com inclusões de quartzo, plagioclásio e, em algumas situações, biotita.

O plagioclásio representa, de uma maneira geral, o segundo mineral mais importante das amostras estudadas, onde a variedade presente é o oligoclásio cuja predominância é de formas anédricas subédricas, mostrando geminação do tipo albita, podendo no entanto mostrar maclas complexas. Em alguns casos desenvolvem-se poiquiloblastos, com inclusões de quartzo, microclínio, biotita e hornblenda. Apresenta-se, também, zonado em função de albitização nos seus bordos.

O último mineral félsico essencial é o quartzo, de granulação fina a média, ocupando os interstícios entre os feldspatos, formando agregados granoblásticos contornando os feldspatos na forma de uma argamassa, sendo encontrados também como inclusões nos feldspatos e leques mirmequíticos. Os constituintes ferromagnesianos estão representados por biotita, seguida da hornblenda verde, além de opacos pretos e algumas ocorrências de granada do tipo almandina. A biotita apresenta-se em palhetas finas, com granulação variável, apresentando inclusões de quartzo, opaco preto, zircão e apatita. Geralmente a biotita é primária, mas pode formar-se por alteração de hornblenda, formando por substituição muscovita, clorita e hidrobiotita.

A hornblenda verde é o segundo máfico importante, ocorrendo normalmente associada a biotita, e por substituição forma biotita e clorita, localizados preferencialmente nos bordos do mineral. Na amostra 282-AG-DN-137, foi constatada a presença de ferrostastingsita, com pleocroísmo em tons verde-oliva, marrom-esverdeado e verde-azulado. Como minerais secundários, ocorrem carbonatos formados a partir do plagioclásio e clorita por transformação da hornblenda e biotita; sericita a partir dos feldspatos e muscovita substituindo a biotita. Acessoriamente foram identificados opacos pretos, apatita, zircão, granada, epidoto, clorita e titanita. O fenômeno da redistribuição do potássio é evidente, demonstrado pela abundância de microclínio, revelando uma formação tardia em relação ao plagioclásio, o qual substitui, e comprova o metassomatismo pelos intercrescimentos mirmequíticos.

### III. Gnaisses

Os gnaisses migmatizados foram estudados nas proximidades dos migmatitos e granitos. Em direção ao centro granítico-

migmatítico, os gnaisses evoluem para rochas tipicamente graníticas, bastante homogêneas, sendo comum encontrar-se remanescentes não digeridos de anfibólio-gnaisses no seio das massas graníticas, como foi verificado na rodovia CE-230, próximo a Iracema e na serra do Pajé, na Folha contígua SB.24.

Os tipos petrográficos comumente encontrados são os biotita-gnaisses, que formam a fácies mais espessa de todos os gnaisses estudados, seguidos por hornblenda-biotita-gnaisses com variações para gnaisses facoidais. Estes tipos petrográficos são bastante comuns na região a leste e sul de Pentecostes nas proximidades de São Luís do Curu, ao sul de Sobral, oeste de Apuiarés e ao norte do serrote da Cruz. Próximo aos grandes falhamentos que assomam nos domínios do Complexo Nordeste, estas rochas perdem suas estruturas planares, tornando-se bastante ho-

TABELA 1.X  
Complexo Nordeste — Granitóides de anaxia e/ou metassomáticos

AMOSTRAS	215-AG-40 SA.24-Z-C	282-AG-DN-111 SA.24-Y-D	282-AG-DN-112 SA.24-Y-D	282-AG-DN-117 SA.24-Y-D	282-AG-DN-135 SA.24-Y-D	282-AG-DN-137 SB.24-V-B	282-AG-DN-138 SB.24-V-B
MINERAIS %							
Quartzo	x	x	x	x	x	x	x
Microclina	x	x	x	x	x	x	x
Oligoclásio	x						
Pertita	x	x			x		
Microclina pertítica	x	x			x		
Plagioclásio		x	x	x	x	x	x
Muscovita	x			x			
Biotita	x	x	x	x	x	x	x
Hidrobiotita					x		
Hornblenda		x	x	x			
Anfibólio						x	x
Alanita		x	x				x
Apatita	x	x	x	x	x	x	x
Epidoto		x	x				
Granada				x			
Opacos	x	x	x	x	x	x	x
Titanita		x	x	x		x	x
Zircão	x	x	x	x	x	x	x
Carbonatos			x				x
Clorita	x			x	x		
Óxido de ferro			x				x
Sericita	x		x	x	x	x	x

(x): Presença do mineral sem percentagem determinada.



mogêneas. Encaixados concordantemente nos gnaisses, foram identificadas lentes de anfíbolitos, quartzíticas e calcário cristalino.

Braga *et alii* (*op.cit.*) identificaram, como minerais essenciais neste conjunto litológico, plagioclásio, microclínio, quartzo e biotita, além de muscovita, granada (almandina) e silimanita como subessenciais, sendo que destes apenas a silimanita não foi identificada nas lâminas estudadas neste trabalho.

Durante os trabalhos de campo, foram identificadas nas proximidades da fazenda Castel Gandolf, ao norte da Amontada, a sul de Sobral e em outros pontos da área, rochas com a composição de hornblenda-biotita-gnaisses, que se apresentam associadas aos muscovita-biotita-gnaisses.

Em zonas onde a migmatização é incipiente, ocorrem gnaisses bandeados típicos, que representam um tipo de estrutura dos biotita-gnaisses e dos biotita-muscovita-gnaisses. Nas áreas situadas a leste de Pentecostes e em grande parte das rochas metamórficas que assomam na Folha SA.24-Z-C, estes tipos litológicos foram identificados, sendo bastante diferenciado na estrutura em relação àqueles que ocorrem na região de Sobral e no *Horst* de Tucunduba.

Braga *et alii* (*op. cit.* p.47) enfatizam que: "Localmente pode encontrar-se fácies, como silimanita-cianita-granada-biotita-gnaisses, silimanita-cianita-muscovita-gnaisses e silimanita-muscovita-biotita-gnaisses". Aqueles autores descrevem também rochas pertencentes ao "Grupo Ceará", que neste relatório foram englobadas como fazendo parte do Complexo Nordeste, constituídas por metassedimentos de origem clástico-pelítica, representados pelas fácies, cianita-muscovita-biotita-gnaisses graníferos, gnaiss-quartzo-feldspático, muscovita-biotita-gnaiss e biotita-gnaiss.

Para uma primeira individualização, esses tipos litológicos foram separados a partir das características amostradas em campo, sendo possível deste modo a sua individualização com os núcleos graníticos e migmatíticos.

Macroscopicamente mostram uma grande variedade de cores, tais como cinza-claro predominante, cinza com tons rosados, amarelados e escuros, enquanto que a granulação varia de fina a média. O aspecto estrutural é marcado pela orientação linear dos componentes, na forma de camadas félsicas de composição quartzo-feldspática que se apresentam intercaladas com camadas máficas, constituídas por biotita e anfibólio. As camadas apresentam uma alternância mais ou menos regular com uma certa continuidade lateral, podendo num estágio mais avançado haver uma destruição do bandamento, conservando os constituintes nitidamente orientados.

Os gnaisses são de um modo geral de composição simples, à base de feldspato, quartzo e biotita, podendo ainda ocorrer granada, muscovita e anfibólio. Com o estudo desenvolvido em lâminas delgadas, foram determinadas as seguintes variedades composicionais (Tab. 1.XI): granodioritos e granitos dominantes, quartzo-monzonitos, tonalitos e quartzo-sienito em ordem decrescente de ocorrência. Os gnaisses praticamente em nada diferem em composição dos diatexitos e metatexitos.

#### a) Composição granítica

Os gnaisses de composição granítica foram amostrados e estudados petrograficamente próximo a Tururu, a leste de Pentecostes, na vila Cipó, ambas localizadas na Folha SA.24-Y-D, e, em áreas da Folha SA.24-Z-C, na pedreira Los Angeles e no serrote Jucurutu.

Macroscopicamente, apresentam uma coloração rósea, granulação fina a média, equigranular, guardando uma orientação difusa de seus constituintes.

No estudo da lâmina delgada, normal ao plano de foliação, realizada nas amostras, observa-se um bandamento dado pela alternância difusa de faixas quartzo-feldspáticas, em mosaico granoblástico e heterogranoblástico metassomático-irregular, com faixas mais delgadas, encurvadas e descontínuas, de minerais micá-

TABELA 1.XI  
Complexo Nordeste — Gnaisses

AMOSTRAS	GRANÍTICO						QUARTZO-MONZONÍTICO	
	SJA-2 SA.24-Y-D	215-AG-06 SA.24-Y-D	215-AG-23 SA.24-Y-D	282-AG-DN-103 SA.24-Y-D	282-AG-DN-114 SA.24-Y-D	SJA-3 SA.24-Y-D	215-AG-43 SA.24-Y-D	
Quartzo	20.0	22.1	25.0	x	x	13.0	20.0	
Microclina	19.7	26.0	20.5	x	x	34.4	31.0	
Plagioclásio	28.3	32.1	34.0	x	x	29.0	33.6	
Oligoclásio				x				
Muscovita				x	x			
Biotita		14.8		x	x			
Biotita/muscovita/clorita							14.4	
Micas	31.0		18.0			22.6		
Apatita				x	x			
Opacos				x	x			
Zircão				x	x			
Carbonato					x			
Óxido de ferro				x	x			
Sericita				x	x			
Acessórios	1.0	5.0	2.0			1.0	1.0	

(1.0): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

ceos. As faixas leucocráticas são compostas por microclínio, plagioclásio e quartzo, enquanto que as faixas micáceas constituem-se de biotita, muscovita e acessórios.

O mineral predominante é o microclínio com forma de heterogranoblastos, ocorrendo tanto intersticialmente como formando fenoblastos. Às vezes exibe-se como poiquiloblastos e/ou porfiroclásticos, englobando restos de plagioclásio, gotículas de quartzo, biotita, o que caracteriza um crescimento tardio, resultante da metassomatose. O plagioclásio ocorre em grãos corroídos, com leques mirmequíticos e associa-se intimamente ao microclínio. Exibe-se em cristais hipidiomórficos, com macla da albita; quando submetido a esforços apresenta planos de geminação deslocados. O quartzo mostra-se heterogranoblástico cataclástico, com grãos alongados, devido à atuação de esforços, podendo ocorrer como gotículas no interior dos feldspatos, ou ainda em grãos disformes, atingindo até 2 mm, englobando plagioclásio e microclínio, podendo ser encontrado formando aglomerados, semelhantes a uma argamassa, ligando os feldspatos.

Os minerais micáceos, representados pela biotita e muscovita em ordem decrescente de abundância, constituem faixas descontínuas e encurvadas, caracterizando um mosaico heterogranoblástico bandeado. As micas podem apresentar-se moldando os grãos de feldspatos. Os acessórios mais comuns identificados foram o zircão, apatita em formas automorfas, opaco associado intimamente com os níveis micáceos, comumente na forma de inclusões.

### b) Composição granodiorítica

Tipos litológicos com esta composição foram identificados em vários pontos da área nos domínios do Complexo Nordestino, tais como na região de Caxitoré, sudeste de Sobral, cercanias de Amontada e nas serras do Camará e do Juá. Apresentam-se nos afloramentos com granulação fina e variações grosseiras localizadas, com uma alternância de camadas claras e camadas máficas. Na porção oriental de Pentecostes, mostram-se com um bandeamento de leitos finos, sendo bastante comum a ocorrência de granada em quase todos os afloramentos estudados.

Em lâmina delgada, apresentam-se constituídos por um mosaico granolepidoblástico e granoblástico orientado, finamente bandeado, composto por faixas quartzo-feldspáticas metassomáticas, alternadas com delgados níveis de natureza biotítica levemente orientados.

O plagioclásio, variedade oligoclásio, predomina sobre os demais minerais essenciais, podendo estar orientado segundo o alongamento e aparecendo às vezes envolvido pelo microclínio com a formação de leques mirmequiticos em seus bordos, comprovando a metassomatose imposta sobre essas rochas. Segue-se o quartzo, com formato anédrico, bastante fraturado, granulação fina a média, formando aglomerados em forma de camadas. Como último mineral félsico assencial, cita-se o microclínio com granulação variável, podendo formar porfiroblastos ou ainda ser encontrado nos interstícios entre o quartzo e feldspato, aparecendo também englobando os plagioclásios e bordejado por leques mirmequiticos, com inclusões de plagioclásio, quartzo, biotita e acessórios, o que comprova sua origem tardia, resultante de processos metassomáticos. Segue-se a biotita, semi-orientada, exibindo pleocroísmo verde e incolor, marrom e amarelo-claro e castanho-avermelhado na forma de palhetas subédricas, contornando os grãos de feldspato ou formando camadas. Os máficos podem aparecer sob a forma intersticial na mesóstase, enquanto que a granada quando ocorre forma poiquiloblastos fraturados, cuja variedade presente é almandina. Os acessórios, comumente encontrados, estão representados por opacos pretos, titanita, apatita e zircão (Tab. 1.XI), localizados preferencialmente junto às faixas micáceas.

### c) Composição tonalítica

Os gnaisses de composição tonalítica encontram-se bem expostos na rodovia CE-230, próximo a Forquilha, e na parte ocidental da área, nos domínios do *Horst* de Tucunduba, próximo ao maciço sienítico homônimo.

As rochas apresentam texturas granoblásticas e gnáissicas, são mesocráticas, holocristalinas, anisotrópicas, bastante silicificadas, possuindo granulação heterogênea.

Nos estudos petrográficos realizados nesta seqüência, a rocha exibe um mosaico granoblástico orientado, com predominância de quartzo e plagioclásio, onde a orientação da rocha é evidenciada pela disposição linear dos níveis biotíticos.

O plagioclásio (oligoclásio) é o mineral mais abundante, mostrando maclas complexas, podem apresentar cristais zonados, extinção ondulante, bordos fraturados e granulação muito variável, características estas resultantes da atuação de esforços (tectônicos). Em alguns casos contém inclusões miculares de quartzo e por substituição forma carbonato e sericita. O quartzo, segundo mineral em abundância, apresenta-se totalmente anédrico, bastante fraturado e recristalizado, com dimensões que variam de grãos finos a grossos, onde os primeiros aparecem aglomerados intersticialmente. O microclínio ocorre em pequena quantidade na forma intergranular fina.

Como máfico importante, destaca-se a biotita, com lamelas subédricas de tamanho variável, pleocroísmo variando de amarelo a castanho-escuro. Por substituição, forma clorita, muscovita e epidoto; os acessórios estão representados por zircão, epidoto, opaco preto, os quais associam-se às concentrações de biotita.

### d) Composição quartzo-monzonítica

Nas localidades de Três Lagoas e Caxitoré, localizadas na Folha SA.24-Y-D, foram estudados gnaisses de composição quartzo-monzonítica.

Em amostras de mão, a rocha apresenta-se granular média, homogênea de coloração cinza-claro a esbranquiçado, caracterizada por uma alternância de faixas milimétricas ricas em minerais félsicos e outras em máficos intercalados por leitos mais grosseiros essencialmente feldspáticos.

Na lâmina delgada, a rocha exibe um mosaico heterogranoblástico metassomático, bandeado, às vezes, com tendência heterogranoblástica, destacando-se minerais de porfiroblastos de feldspato e quartzo, podendo também ocorrer granada. Estes porfirofios localizam-se no interior de um mosaico composto por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita e muscovita. A semi-orientação das palhetas micáceas, associadas a grãos alongados e orientados dos minerais félsicos, fornece à rocha uma lineação difusa.

O plagioclásio (oligoclásio) ocorre na forma de grãos xenomórficos e, junto com o microclínio e quartzo, forma um mosaico diablastico, cujos limites granulares muitas vezes são demarcados

TABELA 1.XII  
Complexo Nordestino — Gnaisses

AMOSTRAS	GRANODIORÍTICO							QUARTZO-SIENÍTICO
	SJA-4 SA.24-Y-D	MSO-B-5 SA.24-Y-D	MSO-A-6 SA.24-Y-D	MSO-B-14 SA.24-Y-D	215-AG-22 SA.24-Y-D	282-AG-DN-115 SA.24-Y-D	282-AG-DN-122 SA.24-Y-D	MSO-G-18 SA.24-Y-D
Quartzo	19.0	14.0	25.0	18.0	24.0	x	x	15.3
Plagioclásio	38.7	40.0	48.0	62.0	52.0	x	x	11.2
Microclina	11.1	13.0	10.0	12.0	20.0	x	x	63.4
Muscovita							x	
Biotita						x	x	
Micas	27.7	31.0	16.0	7.0			x	5.3
Granada	2.3					x		
Cianita							x	
Magnetita					3.0			
Opacos							x	
Zircão						x	x	
Epidoto						x		
Carbonato							x	
Clorita							x	
Sericita						x	x	
Acessórios	1.2	2.0	1.0	1.0	1.0			1.8

(1.2): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.



por finos leques mirmequíticos. Foram evidenciadas relíquias de plagioclásio dentro dos feldspatos alcalinos.

O microclínio é o segundo mineral essencial, ocorrendo em quantidades semelhantes ao plagioclásio, com formas irregulares, e cresceu por reações metassomáticas tardias, chegando a desenvolver porfiroblastos, os quais incluem grãos de plagioclásio e quartzo. O quartzo ocorre em grãos xenomórficos límpidos, alternados com os feldspatos ou preenchendo interstícios dos feldspatos, além das formas goticulares e vermiformes.

A granada, quando ocorre, chega a atingir até 2 mm e desenvolve formas poiquiloblásticas, com inclusões de biotita, plagioclásio e quartzo, associando-se às áreas micáceas.

A biotita apresenta-se com um pleocroísmo amarelo-pálido a castanho-escuro, podendo ser substituída pela muscovita, clorita e opaco preto, contendo inclusões de zircão, apatita, titanita e opacos, os quais representam os acessórios da rocha, como também podem encontrar-se dispersos nas lâminas estudadas.

#### e) Composição quartzo-sienítica

Rochas com esta composição foram identificadas na rodovia CE-230, na estrada que liga Forquilha—Santa Quitéria, próximo à Folha contígua SB.24.

Macroscopicamente a rocha mostra-se com aspecto granítico de distribuição homogênea, coloração cinza-médio a cinza-esbranquiçado, exibindo inúmeras pontuações pretas, denotando-se uma difusa lineação.

Ao microscópio apresenta-se com um mosaico heterogranular, constituído por microclínio, quartzo, plagioclásio, biotita e acessórios. Os grãos de feldspato e quartzo mostram contatos suturados, arranjados num mosaico heterogranular metassomático. Observam-se processos de microclínização evidente, com abundantes leques mirmequíticos, grãos de plagioclásio antipertitizados, goticulas recristalizadas de quartzo, inclusas no feldspato.

O constituinte mineralógico predominante é o microclínio, aparecendo em fenocristais disformes, desenvolvido pela substituição metassomática, com inclusões de plagioclásio e quartzo. No plagioclásio (tipo albita), destacam-se intercrescimento mimequítico e processos de argilização incipiente. O quartzo forma grãos límpidos de tamanhos variados, em pequenas concentrações ou isolados, aparecendo alguns grãos em forma alongada com direção preferencial.

Os ferromagnesianos estão representados por palhetas de biotita ferrificada, esparsamente distribuídos em posição intersticial, mostrando às vezes substituição incipiente para clorita. Como acessórios foram identificadas pequenas agulhas de apatita (Tab. 1.XII).

#### IV. Quartzitos

Os quartzitos ocorrem em grande parte da área mapeada, notadamente nas regiões a leste de Sobral, Caxitoré, Serra do Mucuripe, e nas serras da Gurguéia, da Goiana e do Boticário.

Este tipo litológico não foi submetido a absorção em lâmina petrográfica, em função da simplicidade composicional apresentada.

Macroscopicamente são rochas de tonalidade variando entre esbranquiçado, amarelo-esbranquiçado e avermelhado. As amostras de tonalidades esbranquiçadas têm aspecto maciço, são constituídas essencialmente de quartzo, podendo também ocorrer um pouco de muscovita. Os quartzitos de tonalidade amarelada estão constituídos por quartzo e muscovita em quantidade significativa. A presença de muscovita leva ao desenvolvimento de foliação na rocha. Costa *et alii* (1973) citam a associação de grãos de coríndon com palhetas de muscovita, nos quartzitos localizados entre Coreaú e Moraújo, denunciando a natureza hiperaluminosa da seqüência.

Outra variante desta litologia está representada por quartzitos feldspatizados, amarelados, inequigranulares e impuros, consti-

tuindo-se de feldspato, quartzo, muscovita e biotita. A feldspatização desenvolveu um bandeamento incipiente na rocha, sob a forma de estrutura gnáissica, onde as camadas quartzo-feldspáticas de espessura milimétrica intercalam-se com delgadas lâminas micáceas.

A última variante de quartzitos identificados está caracterizada por uma rocha avermelhada, constituída por quartzo, mica e óxido de ferro, onde a elevada quantidade de minerais micáceos acarreta o desenvolvimento de xistosidade na rocha. Os quartzitos puros e muscovíticos constituem as litologias predominantes deste item.

Braga *et alii* (*op. cit.*, p. 86), descrevendo litologicamente o "Grupo Ceará", fazem o seguinte comentário a respeito da seqüência ectínítica basal: "Os clásticos basais, sob atuação do metamorfismo regional, originaram quartzitos bem recristalizados, com laminação pronunciada, muscovíticos, cujas lamelas desenvolvem planos de laminação. Ocorrem ainda pequenos cristais alongados de cianita, levemente azulados e algumas pontuações de rutilo".

Durante os trabalhos de campo, foi observado que a noroeste da Falha de Forquilha predominam quartzitos puros bastante cristalizados em espessos bancos, fraturados, aparecendo eventualmente quartzitos impuros feldspatizados. São rochas bastante recristalizadas, laminadas, granulação fina, textura maciça e cor creme, formando verdadeiros resistatos da intensa granitização que afetou esta porção da área.

#### V. Xistos

As rochas xistosas foram identificadas ao sul de Pentecostes, nas proximidades de Serrota e próximo ao açude Caxitoré, ocorrendo em extensos bancos, bastante alterados, concordantes com o rumo regional NE-SO que assoma na área. De um modo geral, apresentam tonalidades que variam entre cinza-médio e verde-acinzentado.

A xistosidade mostra-se bem desenvolvida nas amostras essencialmente constituídas por minerais micáceos. Estas rochas apresentam variações composicionais como é o caso de xistos quartzosos, onde a foliação é menos desenvolvida, tomando a rocha um aspecto mais maciço, devido à presença de minerais não lamelares situados entre os planos de xistosidade.

Em seção delgada a rocha apresenta-se na forma de um mosaico alotriomórfico lepidonematoblástico, formado por uma alternância de níveis quartzosos orientados e zonas de concentrações de minerais micáceos. O quartzo é o mineral mais abundante da rocha, mostrando-se xenoblástico, granulação variável, orientado e fraturado. Segue-se a biotita rica em magnésio, formando lamelas alongadas, por vezes recurvadas. Por substituição da biotita forma-se muscovita, a qual ocupa uma percentagem significativa, ocorrendo às vezes recurvada e com extinção ondulante. Importante é a presença de silimanita e andaluzita, onde a primeira é menos freqüente, mostrando-se como agregados aciculares e formando por substituição da biotita, enquanto que a andaluzita forma cristais anédricos, fraturados e granulação média. Acessoriamente foram identificados zircão como inclusões na biotita e opacos de granulação fina. A amostra descrita corresponde a um xisto quartzoso com biotita, muscovita, andaluzita e silimanita.

A oeste de Apuiarés, a leste e sul de Sobral e na sinclinal Umirim—Açude Caxitoré, os xistos não estão bem representados, pois a granulação grossa e a abundância de feldspato lhe emprestam caráter gnáissico, observando-se o aparecimento de feldspatos sob a forma de fenoblastos ocelares em delgados leitões.

#### VI. Calcários e calcossilicatas

Macroscopicamente os calcários estão representados por rochas de coloração cinza e branco-acinzentada com predominância de cinza-claro, holocristalina-maciças, cuja granulação varia de grossa a fina com aspecto sacaroidal. Alguns exemplares mostram cer-

tas lineações, decorrentes da orientação de minerais micáceos ou gerados por impurezas. Compõem-se quase exclusivamente de cristais bem formados e quase límpidos de calcita. Todavia a presença de flogopita, biotita, quartzo, dolomita, e algumas pontuações de pirita e grafita foram observadas em certas amostras, registrando-se que nem sempre a paragênese citada é encontrada numa mesma amostra. Salienta-se também que as amostras coletadas não foram submetidas a análise microscópica.

As rochas calcossilicatadas estão representadas em várias localidades. Em uma amostra (215-AG-16) analisada macroscopicamente apresenta-se com uma coloração cinza-claro, com algumas pontuações pretas, holocristalinas, maciça, exibindo uma granulação que varia de fina a média sem deixar transparecer nenhuma orientação proeminente. Mineralogicamente constitui-se de feldspato, quartzo, anfíbólio e carbonato.

Costa *et alii* (1973, p. 46) estudaram na base da estrutura anticlinal da serra Dom Simão uma rocha de coloração esverdeada e de composição calcossilicatada, descrevendo-a assim: "Ao microscópio exibem textura granoblástica orientada com um bandejamento mineralógico difuso. As faixas claras, predominantes, são constituídas por um mosaico de quartzo granoblástico e separam áreas de paragênese calcossilicatada, incluindo plagioclásio (oligoclásio), diopsídio epidoto, carbonato, actinolita e escapolita. Esta paragênese pode variar em alguns afloramentos para a associação quartzo, oligoclásio, epidoto, diopsídio e granada".

Nas proximidades da vila Trapiá, foram assinalados pequenos bancos de calcário cristalino puro, intercalados concordantemente em uma seqüência calcopelítica impura representada por gnaisses e rochas calcossilicatadas. Costa *et alii* (1973) descrevem nesta região escarnitos essencialmente constituídos de diopsídio, plagioclásio, tremolita-actinolita, epidoto e sericita.

Os calcários cristalinos estão representados nas áreas de Umirim—Açude Caxitoré e na região de Sítios Novos, formando lentes às vezes espessas, descontínuas, encaixadas concordantemente nos quartzitos e gnaisses. Apresentam-se com tonalidades brancas, cinza-escuro e esverdeadas, com uma granulação que varia de fina a média e textura sacaroidal a granular. Acha-se constituída por calcita recristalizada com níveis dolomíticos, apresentando como impurezas palhetas de grafita e biotita.

## VII. Rochas granulares

Neste segmento serão abordadas as rochas máficas e ultramáficas que se encontram embutidas na associação petrotectônica pluri-metamórfica do Complexo Nordeste e consideradas aqui, num todo, como rochas granulares, com características texturais e petrográficas que guardam analogias com rochas originadas em profundidade.

Em termos composicionais os tipos litológicos estudados foram classificados como metadiorito epidotizado com granada e diopsídio, metaquartzo-diorito e actinolito com piroxênio. Essas rochas acham-se circundadas por biotita gnaisses, biotita hornblenda gnaisses, anfíbolitos e tipos calcossilicatados, todos situados na Folha SA.24-Y-D.

Neste sentido, essas rochas foram tratadas separadamente, tomando-se como base os estudos de Mehnert (*op. cit.*, p. 262) que relata: "While in biotite-gneisses mobilizates of pegmatoid to granitic character are generally formed, in biotite-hornblende gneisses and related rocks with relatively high Ca content, such as amphibolites or sub-amphibolites (i.e., amphibolites bearing small amounts of biotite and quartz) generally mobilizates of dioritic to quartz dioritic composition originate. These small veins or layers of "dioritic" appearance are of essential petrogenetic interest, for they exhibit the formation within a very restrict space". Mais adiante o autor volta a enfatizar que: "Hence a complete series of increasing mobilization can be inferred from the initial stages veins with the parent rocks to the final stages more or less homogeneous massifs of rocks showing a clearly magmatic microfabric and a

geochemical evolution of their own. It can thus be demonstrated that diorites (more exactly: biotite-quartzdiorites with increasing hornblende-syenitic character) can originate from metamorphic rocks mainly by mobilization in situ, i.e., without addition or subtraction of the main rock-forming components".

O metadiorito epidotizado com granada e diopsídio foi verificado e estudado no flanco noroeste do serrote da Serrinha ocorrendo sob a forma de blocos soltos de tamanhos variáveis caoticamente distribuídos no terreno, às vezes aparecendo em forma de "pseudodiques".

Ao microscópio a rocha apresenta-se como um mosaico poiquiloblástico com os plagioclásios, envolvendo grãos de hornblenda ou no interior, porém sempre em continuidade ótica. A hornblenda é o mineral mais abundante da rocha, mostrando formas aproximadamente subédricas, poiquiloblásticas. As vezes está substituída por tremolita e/ou actinolita. O plagioclásio é o segundo mineral mais abundante, sendo anédrico, bastante fragmentado, com fraturas preenchidas por epidoto, aparecendo também com crescimento poiquiloblástico. A granada ocorre com tonalidade róseo-clara, fraturada, com inclusões de anfíbólio e plagioclásio. O epidoto, variedade clinzoisita e zoisita, mostra-se comumente "cimentado", sugerindo uma fase posterior de remobilização. A presença restrita de carbonato foi identificada sempre associada ao epidoto. Como minerais de alteração têm-se a tremolita e actinolita na forma anédrica. Os acessórios são apatita, titanita e zircão (Tab. 1.XIII).

O metaquartzo-diorito foi estudado e identificado na região sudeste do açude Pentecostes, proximidades da fazenda Massapê. Em seção delgada a rocha exibe um mosaico granoblástico e poiquiloblástico com leve orientação de seus constituintes. Os máficos estão representados por hornblenda, granada e clinopiroxênio e encontram-se dispersos na lâmina com tamanhos pouco variáveis. A porção félsica da rocha é formada por plagioclásio (oligoclásio) e quartzo, enquanto que os acessórios na rocha foram identificados como sendo zircão e titanita.

Rocha com a composição de actinolito com piroxênio é bastante rara na área objeto deste relatório. A única amostra coletada e estudada foi encontrada na localidade de Capivara, a leste de Pentecostes. Macroscopicamente a rocha é de tonalidade escura, maciça, fanerítica média, apresentando uma orientação dos seus constituintes. Em seção delgada observa-se um mosaico equigranular, constituído por actinolita, ortopiroxênio, augita-diopsídica e epidoto. A actinolita é o mineral predominante e sobre sua superfície ocorrem finas palhetas de opacos paralelos a clivagem, sugerindo tratar-se de um protomineral mais férrico. Texturalmente está em evidência a formação da actinolita a partir dos piroxênios (orto e clinopiroxênio). Acessoriamente temos opacos ocorrendo como inclusões nos piroxênios e também na forma intersticial. Aparecem ainda epidoto, apatita e como produto secundário salienta-se a formação de actinolita.

Durante o mapeamento do Projeto Fortaleza, Braga *et alii* (*op. cit.*) descrevem corpos gabróides como uma unidade litoestratigráfica onde estão incluídos os dioritos, gabros e ultrabásicas, apresentando formas elípticas ou ovóides, contatos concordantes bruscos e às vezes transicionais com a seqüência metamórfica que os circunda. Esses autores descrevem um corpo básico em forma de pingo de água, distante 4 km a oeste de Amontada. Reconheceram também, a leste de Apuiarés, dois pequenos corpos concordantes com a estrutura regional e em contatos nítidos com os gnaisses circunjacentes. Os corpos foram descritos como sendo constituídos de granada-quartzo-diorito.

Os corpos plutônicos, reconhecidos por Braga *et alii* (*op. cit.*), ocorrem na verdade embutidos nos gnaisses e migmatitos do Complexo Nordeste, ou também em blocos soltos no terreno sendo neste caso bastante difícil seu posicionamento em relação às rochas adjacentes.

TABELA 1.XIII  
Complexo Nordestino

AMOSTRAS	ROCHAS GRANULARES			ROCHAS CATACLÁSTICAS	
	264-AG-48 SA.24-Y-D	264-AG-54 SA.24-Y-D	282-AG-DN-102 SA.24-Y-D	282-AG-DN-120 SA.24-Y-D	361-DN-RM-1MB JR-151 SA.24-Y-D
MINERAIS %					
Quartzo		x		x	x
Microclínio					x
Feldspato alcalino				x	
Plagioclásio	x	x		x	x
Hornblenda	x	x			
Ortopiroxênio			x		
Clinopiroxênio	x	x			
Granada	x	x			
Augita diopsídica			x		
Tremolita	x				
Actinolita	x		x		
Apatita			x		
Epidoto	x		x		
Opacos		x	x	x	
Titanita	x	x			
Zircão	x	x		x	
Carbonato	x			x	
Óxido de ferro					x
Clorita				x	x
Sericita		x		x	x

(x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

### VIII. Diques básicos

Serão consideradas neste item todas aquelas rochas identificadas no campo que cortam indistintamente a associação petrotectônica do Complexo Nordestino, sob a forma de dique, sem uma posição estratigráfica definida.

Assim foram estudados e descritos os seguintes tipos de rocha: metadiabásio, quartzo-diorito, gabro quartzificado lineado, diorito com granada e diopsídio, e diabásio mesocrático.

Macroscopicamente essas rochas apresentam-se homogêneas, maciças, de tonalidades escuras, e de um modo geral com granulação grosseira com pequenas variações para uma granulação média a fina.

Todo este conjunto litológico, aqui descrito como diques, não foi representado no Mapa Geológico por possuir pouca expressão na área mapeada.

54/GEOLOGIA

O metadiabásio foi verificado ao sul do stock granítico da serra da Barriga, seccionando as litologias do Complexo Nordestino. Em análise microscópica a rocha está constituída por um mosaico intergranular, onde os máficos ocupam os espaços entre as ripas de plagioclásio, o mesmo ocorrendo com o quartzo. O plagioclásio acha-se alterado para sericita e carbonato. O restante dos componentes são produtos de alteração principalmente de minerais ferromagnesianos que formaram a biotita e a clorita em finas lamelas e agregados fibrosos. O quartzo e opaco constituem o restante do mosaico intergranular da rocha (Tab. 1.XIV).

O quartzo-diorito aflora a oeste de Sítios Novos e apresenta em lâmina delgada um agregado hipidiomórfico grosseiro de plagioclásio, fortemente pioquiblastico, contendo inúmeras inclusões milimétricas de hornblenda verde, granada, clino e ortopiroxênio como minerais essenciais, além de acessórios como apatita, quartzo granular, opaco e titanita.

Os cristais de plagioclásio exibem zonação, geminação completa e descontinuidade devido às inclusões. Pela associação com piroxênio e anfibólio, determinou-se o plagioclásio como sendo provavelmente andesina. O clinopiroxênio é augita diopsídica, quase incolor e o ortopiroxênio é enstatita. Ambas exibem substituição para anfibólio e parcial argilização.

O gabro quartzificado lineado foi amostrado e estudado na Folha SA.24-Y-D, próximo ao riacho do Meio. Ao microscópio o anfi-

TABELA 1.XIV  
Rochas discordantes

AMOSTRAS	DIQUES BÁSICOS				
	215-AG-03 SA.24-Y-D	215-AG-05 SA.24-Y-D	215-AG-33 SA.24-X-A	282-AG-DN-139 SA.24-Y-D	282-AG-DN-118 SA.24-Y-D
MINERAIS %					
Quartzo	3.7	9.69		x	
Plagioclásio	35.7	30.46	42.70	x	x
Biotita			0.50	x	
Mica		0.20			
Anfibólio	31.0	38.87			x
Ortopiroxênio	1.5				
Clinopiroxênio	18.0	13.13	22.30		x
Granada	8.0	5.29			x
Epidoto		0.30			
Opacos		1.56	6.30	x	x
Titanita		0.50			
Carbonato			17.30	x	
Clorita			10.90	x	
Sericita				x	
Acessórios	2.1				

(3.7): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

bólio é o mineral dominante, seguido de plagioclásio e clinopiroxênio. No mosaico granular orientado destaca-se o intenso desenvolvimento de estruturas simplectíticas, ao longo dos contatos entre os grãos de plagioclásio e anfibólio ou entre plagioclásio e piroxênio, consistindo de intercrescimentos semelhantes aos mirmequíticos sob a forma de inclusões vermiculares de piroxênio e anfibólio para dentro do plagioclásio. O piroxênio está representado pela augita do tipo fassaíta, e o anfibólio pela hornblenda basáltica. Foram observados ainda neste mosaico quartzo, granada, opacos, mica (flogopita), epidoto e titanita.

O diorito com granada e diopsídio ocorre ao norte de Itapipoca na Vila Coelho, seccionando litologias migmatíticas e granodioríticas do Complexo Nordeste. Em seção delgada a rocha mostra-se constituída por um mosaico granular alotriomórfico, onde os piroxênios, anfibólios, granadas, quartzo e feldspato não têm uma forma definida como também não se apresentam orientados. Intimamente associados com a hornblenda têm-se clinopiroxênios (diopsídios) com cristais irregulares, fragmentados e de clivagens cruzadas típicas.

O último tipo litológico corresponde ao diabásio mesocrático que foi identificado na Folha SB.24-X-A na fazenda Parara, portanto fora dos limites da área objeto deste relatório. Em lâmina delgada a rocha apresenta um mosaico intergranular constituído de ripas de plagioclásio (labradorita) e grânulos intersticiais de augita, contendo ainda minerais opacos, carbonato, hornblenda, clorita e biotita. As ripas de plagioclásio geralmente geminadas são representadas pela labradorita, evidenciando processos incipientes de cloritização e carbonatação. O piroxênio também apresenta processos de carbonatação, além de substituição incipiente para hornblenda e biotita, observando-se muito rudimentarmente o piroxênio corroendo o feldspato. O carbonato ocorre em massas disformes e, juntamente com a clorita, é de origem deutérica (Tab. 1.XIV).

Com exceção do metadiabásio, todas as demais amostras analisadas apresentam em seus constituintes o anfibólio (hornblenda), muitas vezes encontrado como mineral secundário. Na amostra correspondente ao diabásio mesocrático, amostra 215-AG-33, a hornblenda junto com a biotita são produtos de reação tardia, moldadas sobre o piroxênio.

O plagioclásio é o mineral predominante representado pela andesina-labradorita, apresentando incipientes processos de cloritização e sericitização.

Os minerais ferromagnesianos estão representados por augita-diopsídica e enstatita, com uma granulação média e não se apresentando pleocróicas. Os produtos de substituição formados a partir dos piroxênios são o anfibólio, biotita e clorita.

A granada encontra-se quase sempre na forma de inclusões no plagioclásio, podendo-se sugerir sua formação a partir de uma reação entre piroxênios e plagioclásios, em condições especiais de pressão. Por outro lado, na amostra correspondente ao gabro quartzificado lineado, a granada ocorre como mineral acessório, sempre associada aos intercrescimentos simplectíticos.

Os acessórios presentes nas amostras estudadas são o quartzo granular, opacos, apatita e titanita. Os produtos secundários são do tipo carbonato e sericita, formados a partir do plagioclásio, enquanto que a biotita, clorita e anfibólio são formados por processos de uralitização dos piroxênios.

A presença significativa de minerais de substituição, observados nestas litologias, leva-nos a sugerir uma alteração deutérica, num estágio tardio de cristalização.

#### IX. Metamorfitos básicos

As rochas de composição básica metamorfizadas foram descritas e estudadas na porção setentrional da serra de Maranguape, porção ocidental do serrote da Serrinha, a sul de Sobral e nas localidades de Capivara e Caxitoré.

Ocorrem na forma de paleossomas ou encraves de dimensões variadas no Complexo Nordeste, onde permaneceram como "relictos" durante a migmatização que se registrou na área.

Macroscopicamente são rochas melanocráticas, de coloração preto-esverdeada a preto-acinzentada, onde em alguns exemplares destacam-se pontuações esbranquiçadas e, de modo geral, são anisotrópicas com lineações pouco conspícuas, granulação fanerítica média, equigranulares.

Microscopicamente as rochas revelaram em seção delgada um mosaico granonematoblástico predominante, às vezes poiquiloblástico ou também nematoblástico, constituído por hornblenda verde, diopsídio, plagioclásio, actinolita, epidoto, augita-diopsídica, clorita, biotita e quartzo, ocorrendo acessoriamente zircão, titanita, opacos pretos e apatita (Tab. 1.XV).

A hornblenda verde é o mineral mais abundante, com formas de grãos xenoblásticos e subxenoblásticos, exibindo pleocroísmo que varia de verde-oliva a verde-amarelado, às vezes de forma poiquiloblástica, podendo ocorrer como produto de substituição do diopsídio, originando também, por substituição, clorita, actinolita e biotita. Quando poiquiloblástica, como na amostra 215-AG-31, contém inclusões de titanita, plagioclásio, biotita, diopsídio, epidoto, apatita e pontuações de zircão. A associação mais comum

TABELA 1.XV  
Metamorfitos básicos

AMOSTRAS	215-AG-31 SA.24-Z-C	215-AG-45 SA.24-Y-D	264-AG-56 SA.24-Y-D
MINERAIS %			
Quartzo		0.1	x
Feldspato alcalino			x
Plagioclásio	12.7		
Biotita	42.2		x
Hornblenda		74.5	
Anfibólio	35.3		
Piroxênio	1.4		
Apatita			x
Alanita			x
Epidoto		0.2	
Opacos			x
Titanita	5.2	0.2	x
Tremolita			x
Actinolita			x
Diopsídio		25.1	x
Carbonatos	2.5		x
Acessórios	0.7		

(0.7): Presença de mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

observada é com o diopsídio, como também com o oligoclásio determinando uma paragênese da fácies anfíbolito.

O diopsídio representa o segundo mineral mais abundante, chegando a ser o mineral mais importante nas amostras 215-AG-45 e 264-AG-56, ambas situadas na Folha SA.24-Y-D. Apresenta grãos anédricos a subédricos, exibindo-se fraturados, com boas clivagens na seção basal e prismática, ocorrendo às vezes poiquiloblástica, onde inclusões vermiculares de plagioclásio originam uma textura mirmequítica. Por substituição, forma hornblenda, actinolita, epidoto e clorita.

Actinolita representa outro mineral importante, ocorrendo em grãos de formas xenoblásticas a subxenoblásticas, formando-se a expensas do diopsídio e/ou da hornblenda, sendo comum associar-se com o epidoto e clorita. O epidoto é relativamente constante nestes metamorfitos, representando um produto de substituição da hornblenda e/ou diopsídio, podendo ocupar posições intersticiais preenchendo fraturas ou na forma de inclusões. Ainda como máfico, estas rochas podem conter granada de aspecto poiquiloblástico, incluindo anfibólio e plagioclásio, associando-se ao diopsídio, hornblenda, epidoto e actinolita, sendo que os dois últimos são produtos de substituição da hornblenda e diopsídio, ocorrendo também o plagioclásio (oligoclásio).

Os félsicos são menos abundantes, estando representados pelo quartzo e feldspato, onde o primeiro só foi observado em apenas uma lâmina, ocorrendo na forma de inclusões goticulares e ocupando interstícios dos piroxênios. O plagioclásio (oligoclásio) encontra-se alterado, às vezes com fraturas preenchidas por epidoto, podendo também conter inclusões de quartzo. É comum localizar-se entre os minerais máficos em posição intersticial. Os produtos de alteração são representados por sericita e argilas. O plagioclásio, variedade oligoclásio-andesina, foi determinado em apenas uma amostra, 215-AG-31, localizada na Folha SA.24-Z-C, ocorrendo intercalado com lamelas alongadas de biotita em mosaico de carbonato. Acessoriamente foram identificados apatita, alanita, zircão, opaco e titanita, geralmente como inclusões nos minerais descritos acima.

Os anfíbolitos ocorrem formando pequenas lentes, quando encaixados em migmatitos e lentes maiores, que chegam até 50 m de extensão, quando encaixados em gnaisses bandeados, podendo ocorrer próximo às rochas calcossilicatadas. De um modo geral, a rocha apresenta-se com uma coloração esverdeada, constituída de hornblenda verde.

Na lâmina delgada apresenta-se com um mosaico granonematoblástico, com a seguinte mineralogia: hornblenda, plagioclásio, diopsídio, apatita, zircão, quartzo, clorita, sericita e carbonato.

Os máficos, em especial os anfibólios, são do tipo hornblenda verde, com forma subédrica, sendo que no contato com os plagioclásios suas faces são irregulares, devido ao avanço da alteração. Como máfico está também presente o clinopiroxênio (diopsídio), mas em pequena porcentagem e mostra alteração para actinolita e clorita.

O plagioclásio está quase que totalmente alterado para argila, sendo raros os núcleos preservados, ocorrendo aleatoriamente intercalados nos anfibólios. Os acessórios presentes são zircão e apatita que ocorrem na forma de inclusões e o quartzo no formato intersticial.

A sericita é o produto de alteração do plagioclásio, e se faz presente em grande porcentagem, da mesma forma a clorita a partir dos ferromagnesianos.

Nos anfíbolitos encaixados em gnaisses, Braga *et alii* (*op. cit.*) distinguiram, ao microscópio, plagioclásio cálcico a intermediário, hornblenda, quartzo-epidoto-zoisita, diopsídio e alguma augita. Por outro lado, aqueles autores afirmam que nos anfíbolitos encaixados nos migmatitos só ocorrem o plagioclásio cálcico a intermediário, hornblenda e quartzo.

Do ponto de vista paragenético, os metamorfitos básicos estudados coadunam-se, conforme Miyashiro (1973), com rochas que

foram submetidas ao metamorfismo da fácies anfíbolito, com exceção de uma amostra localizada ao sul de Sobral, que apresenta uma paragênese constituída de actinolita-oligoclásio-clorita e quartzo, caracterizando uma rocha da fácies xisto verde.

Estas rochas básicas metamorfizadas devem ter experimentado mais de uma fase termal, ou seja, uma fase progressiva por ocasião do metamorfismo regional e uma fase de desestabilização, onde minerais como diopsídio, augita-diopsídio redundaram em hornblenda, epidoto, actinolita e clorita. As relações texturais de substituição favorecem a atuação de fenômenos tardios e/ou pós-metamórficos, ignorando-se no entanto a amplitude dos mesmos.

## X. Piroxenito de Manoel Gonçalves

Embutido em seqüências gnáissicas e migmatíticas do Complexo Nordestino ocorre o corpo ultrabásico do serrote de Manoel Gonçalves, próximo à borda ocidental da serra de Maranguape com forma elipsoidal grosseiramente alinhado segundo a direção N-S.

Os afloramentos praticamente se constituem de blocos de tamanhos variados, bastante alterados, soltos ou encravados num solo avermelhado.

Macroscopicamente são rochas melanocráticas de coloração preta, com tons esverdeados quando um pouco alterada, holocristalina, isotrópica, i.e., maciça e homogênea, granulação média a grossa.

Em seção delgada apresenta uma textura hipidiomórfica de tamanho médio constituída por orto e clinopiroxênios essencialmente, seguido de anfibólio, opacos e raros grãos de plagioclásio. O ortopiroxênio ocorre sob três variedades: hiperstênio, enstatita e bronzita, onde a variedade hiperstênio está sempre presente, enquanto as variedades enstatita e bronzita ficam a depender do grau de pureza em relação aos íons de ferro. O hiperstênio é bem caracterizado pelo pleocroísmo variando de róseo a amarelo-pálido e incolor, com formas subédricas a anédricas e apresentando uma pigmentação avermelhada além de estruturas *schiller* resultante de processos de ferrificação. As variedades enstatita e bronzita não possuem pleocroísmo e contêm finas inclusões aciculares transparentes e coloridas distribuídas ao longo da clivagem.

O clinopiroxênio é representado pela variedade augita-diopsídica, com pleocroísmo de verde-claro a amarelo-rosado, extinção ondulante, com formas subédricas a anédricas.

O anfibólio, variedade hornblenda, decorre de processo de urilitização dos piroxênios, distribuindo-se preferencialmente nos bordos dos piroxênios e menos comum no centro seguindo as linhas de clivagem. Os opacos são normalmente intergranulares de formas irregulares, por vezes algo poiquilíticos envolvendo parcialmente piroxênios, mas no geral sua granulação é fina ou como inclusões nos máficos, sendo observados opacos liberando pigmentos avermelhados oriundos de processos de oxidação. O plagioclásio (andesina) ocorre xenomórfico, localizando-se intersticialmente aos piroxênios (Tab. 1.XVII).

### a) Análises químicas

Apenas uma amostra do Piroxenito de Manoel Gonçalves foi analisada quimicamente, bem como foram realizadas 34 determinações de elementos-traço que constam da Tabela 1.XVII.

Observa-se de modo geral uma elevação dos teores de alguns elementos em relação aos padrões mundiais fornecidos por Andrews-Jones (1968).

Os dados mais significativos observados foram: Ti 5.000 ppm, Mn 2.040 ppm, V 680 ppm, W 300 ppm, Zn 202 ppm, Cu 194 ppm e Sb 300 ppm, que comparados com padrões fornecidos por Andrews-Jones (1968) para o Ti 3.000 ppm, Mn 1.300 ppm, V 140 ppm, W 0,00 ppm, Zn 50 ppm, Cu 80 ppm e Sb 0,1 ppm constituem valores anômalos.



TABELA 1.XVI  
Serrote de Manoel Gonçalves

AMOSTRAS	WEBESTERITO	
	251-DN-44 SA.24-ZC	264-AG-83 SA.24-ZC
MINERAIS %		
Hiperstênio		x
Enstatita		x
Ortopiroxênio	42.0	
Clinopiroxênio	37.0	x
Hornblenda		x
Anfíbólios	12.0	
Plagioclásios	0.8	x
Opacos	8.0	x
Pleonasto	0.2	

(42.0): Mineral com percentagem determinada. (x): Mineral sem percentagem determinada.

#### XI. Sienito Tucunduba

Costa *et alii* (1973, p. 49) denominaram de Sienito Tucunduba o corpo que constitui a serra homônima, e cujo tipo litológico predominante é o sienito grosseiro, secundado por quartzo-sienito para o qual parece transicionar a granodioritos.

O Sienito Tucunduba ocorre na região nordeste de Senador Sá, constituindo um corpo de forma elíptica, cujos eixos maior e menor orientam-se nas direções NE-SO e NO-SE, respectivamente. Ocupa uma pequena área na porção nordeste da Folha SA.24-Y-D, tendo, o seu eixo maior, uma extensão de aproximadamente 9,5 km, enquanto o eixo menor estende-se por cerca de 3 km, formando uma feição morfológica isolada, destacando-se na monotonia do pediplano, característica das áreas migmatíticas. O maciço sienítico de Tucunduba acha-se localizado entre a zona de cisalhamento de Água Branca e outra faixa de quebraimento menor ao sul, paralela à primeira e com orientação NE-SO, propiciando o desenvolvimento de cataclitos e milonitos nas bordas ocidental e oriental do maciço.

Corresponde a uma rocha caracterizada por um sienito grosseiro porfiróide, com cristais automorfos maclados e comprimentos variáveis chegando a atingir até 8 cm, que se encontram caótica-

mente distribuídos em uma matriz verde-escuro, granulação fina a média, com inúmeras pontuações brancas.

Costa *et alii* (1973), realizando estudos petrográficos neste tipo litológico, mencionam que os pórfiros correspondem ao plagioclásio, variedade oligoclásio, com geminação polissintética fina e regular. Na matriz sobressaem pequenos cristais de feldspato alcalino, em um mosaico de quartzo, epídoto, clorita e sericita. Não há evidências de metassomatose potássica, nem tampouco sinais de corrosão ou crescimento de grãos de feldspato, sugerindo, em princípio uma gênese ligada a processos magmáticos. A composição varia desde termos francamente sieníticos predominantes, até quartzo-sienitos e granodioritos.

#### XII. Rochas cataclásticas

As litologias do Complexo Nordeste foram submetidas a efeitos de metamorfismo dinâmico de intensidade variável durante sua evolução, o que causou o desenvolvimento de largas faixas de cisalhamento, marcadas por intenso quebraimento e milonitização. A intensidade dos esforços tectônicos levou à formação de rochas, que vão desde brechas tectônicas até milonitos. Nas lâminas descritas, constatou-se a atuação de esforços tectônicos, testemunhados pelas deformações por que passaram os constituintes minerais da rocha. No entanto essas litologias foram classificadas dentro da seqüência de metamorfismo regional, com observações da atuação dos efeitos de dinamometamorfismo, e por conseguinte foram classificadas como rochas cataclásticas. Apesar de ocorrerem em vários pontos da área, somente dois exemplares serão aqui descritos.

Macroscopicamente as rochas apresentam cores variadas, que dependem do tipo de mineralogia da rocha preexistente. No caso da amostra 282-AG-DN-120, localizada a noroeste de Itapipoca, a coloração é cinza-escuro, constituída por uma massa afanítica no interior da qual estão dispostos fragmentos de feldspato róseo de tamanhos variáveis entre fina e média, distribuídos aleatoriamente na rocha. Já a amostra 361-DN-RM-MB-JR-151, situada próximo a Sobral, apresenta-se de tonalidade rosa-claro, granulação muito fina indiferenciável. Pode-se distinguir uma massa de coloração rosa, com orientação linear, intercalada por níveis milimétricos de composição quartzosa. Nesta última amostra a cataclase foi mais intensa, provocando o surgimento de lineações na rocha, como também a homogeneização da granulação. Através do estudo de lâmina delgada foram determinados um milonito e um protomilonito (Tab. 1.XIII).

Na lâmina delgada a rocha exibe um mosaico cataclástico, constituído por fragmentos de rocha de tamanhos variáveis, sendo função da intensidade dos esforços atuantes. Os constituintes mais grosseiros estão ligados por uma matriz triturada, com aspecto fluidal e orientação difusa. Os principais componentes da rocha são o microclínio, plagioclásio, quartzo e secundariamente carbonato, sericita e clorita.

TABELA 1.XVII  
Análises químicas do Piroxenito de Manoel Gonçalves e conteúdo em elementos-traço

OXÍDOS %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	TiO <sub>2</sub>	CaO	Mg	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	PF 1.000°C	TOTAL			
		44.67	5.50	8.43	10.63	0.29	1.92	10.39	15.61	0.87	0.34	0.21	0.23	0.09	99.8		
Elementos-traço (ppm)	Ag	B	Ba	Be	Bi	Ce	Co	Cr	Cs	Ga	Ge	Mn	Mo	Nb	Ni	Sb	Sn
	< 1	< 10	480	< 5	< 10	< 100	90	730	< 5	32	< 30	2.040	9	< 10	332	< 300	< 5
	Sr	Ti	V	W	Zr	Zn	Cu	Pb	Cd	Li	Se	Au	Hg	As	ThO <sub>2</sub>	Rb	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
	92	> 5000	680	< 300	64	202	194	36	1	14	0.3	< 0.05	< 0.1	< 20	< 20	< 20	1



O feldspato alcalino é o mineral predominante mostrando os planos de macla recurvados e extinção ondulante, possuindo formato anédrico, bordos triturados, sendo também comuns formas arredondadas e ovaladas. Segue-se em abundância mineralógica o plagioclásio, cuja granulação varia de fina a média e os planos de macla apresentando-se deslocados e recurvados, assim como bordos fragmentados e cristais triturados. O último mineral essencial está representado pelo quartzo que é o componente mais atingido pela cataclase, exibindo formas as mais variadas possíveis, estando sempre presente a extinção ondulante. Na amostra 361-DN-RM-MB-JR-151, o quartzo é de duas gerações; a primeira representada pelos fragmentos com as características acima descritas, enquanto que a segunda está caracterizada por uma granulação fina recristalizada pela cataclase e exibindo uma nítida estrutura fluidal.

Os três minerais descritos podem ocorrer formando um clasto individual ou na forma de minerais individuais, dependendo da granulação da rocha. Os fragmentos estão unidos por uma mesóstase de natureza quartzo-feldspático-hidromicácea exibindo normalmente produtos de alteração, na forma de carbonatos, sericita e clorita.

### XIII. Termometamorfitos

As rochas termometamórficas do Complexo Nordeste estão representadas na área somente na borda noroeste do batólito granítico Meruoca. Entretanto, este tipo litológico não foi estudado petrograficamente. Assim neste item serão abordados os conceitos de Costa *et alii* (1973, p. 51) que descrevem: "O stock granítico Meruoca—Rosário em seu flanco noroeste corta litologias da Unidade "B" do Pré-Cambriano, propiciando o desenvolvimento de uma ampla auréola de termometamorfitos, parcialmente obliterada pelos depósitos e falhamentos da borda do granito. Na estrada Massapé—Coreaú, os efeitos térmicos da intrusão granítica manifestam-se na recristalização e rearranjo observado em um biotita xisto bandeado, escuro, que perde praticamente a foliação, resultando em uma rocha extremamente compacta".

Na fazenda Recife, próximo ao contato com o granito, aqueles autores identificaram um típico *hornfels* constituído predominantemente de cordierita, quartzo, diopsídio, tremolita-actinolita, abundante epidoto (zoisita e pistacita), titanita, óxido de ferro e apatita. Trata-se de um cordierita-calco-*hornfels*, desenvolvido a partir de uma seqüência calco-aluminosa-silicosa. Estas rochas caracterizam a continuidade da auréola metamórfica condicionada à intrusão granítica Meruoca—Rosário, observada na área de contato da Unidade "A" do Pré-Cambriano e dos sedimentos do "Grupo Bambuí".

### F) Metamorfismo

A grande variedade de rochas que compõem esta unidade foi submetida a metamorfismo regional, originando uma gama de minerais, que possibilitaram a determinação das condições de formação desta seqüência litológica.

Nas seqüências aluminosas descritas por Braga *et alii* (*op. cit.*) como "Grupo Ceará", foram identificadas as seguintes subfácies: cianita-sillimanita como mais comum, cianita-almandina-muscovita também comum e outras duas subfácies menos comuns representadas por sillimanita-almandina-ortoclásio e sillimanita-almandina-muscovita. Estas ocorrências situam-se a oeste de Apuiarés—General Sampaio, norte do Serrote da Cruz e na região de Umirim—Açude Caxitoré.

As subfácies descritas por Braga *et alii* (*op. cit.*) ocorrem dentro das fácies anfibolito e são colocadas dentro de três zonas metamórficas no sentido de Hyndman (1972), em ordem crescente de metamorfismo regional. A primeira é a zona da cianita, a seguir a zona da sillimanita-muscovita e no limite superior da fácies anfibolito tem-se a zona da sillimanita-ortoclásio. Hyndman (*op. cit.*) não descreve a associação cianita-sillimanita como constituinte de

uma subfácies pois a coexistência é metaestável, e as fases minerais estão em desequilíbrio. Assim as paragêneses descritas por Braga *et alii* (*op. cit.*) classificam esta seqüência de rochas dentro da fácies anfibolito em temperaturas de média a alta.

As paragêneses anteriormente citadas, segundo Miyashiro (1973), permitem posicionar esta seqüência dentro da fácies anfibolito, de média pressão, e a temperatura variando de média a alta.

As rochas de composição predominantemente quartzo-feldspática contendo ainda biotita e/ou hornblenda, granada e muscovita representam a extensa seqüência de gnaisses, migmatitos e granitos do Complexo Nordeste. A paragênese mais comum destas rochas é oligoclásio-microclínio-biotita mais quartzo, podendo ocorrer hornblenda, granada e muscovita. No entanto estes minerais ocorrem numa faixa ampla de temperatura e pressão dentro do metamorfismo regional, e não são suficientemente seguros para determinar condições específicas de metamorfismo. Esta seqüência de rochas caracteriza-se por uma migmatização que em certos casos leva a uma homogeneização total da rocha, originando granitos de anatexia. É bem evidente em lâmina delgada a atuação do metassomatismo potássico, que afetou esta seqüência litológica.

Nas áreas constituídas predominantemente por gnaisses e migmatitos do Complexo Nordeste, as quais Braga *et alii* (*op. cit.*) denominaram de Complexo Caicó, foram identificadas, pelos mesmos, as seguintes associações mineralógicas: sillimanita-muscovita-granada, sillimanita-cianita-granada-muscovita, granada-cianita, muscovita-cianita, sillimanita-granada, sillimanita-almandina-biotita-muscovita e finalmente feldspato potássico-oligoclásio-quartzo.

Conforme Hyndman (*op. cit.*), estas paragêneses representam duas zonas da fácies anfibolito; a primeira é a zona da cianita e a segunda, zona da sillimanita formada em grau metamórfico superior ao da primeira zona. Desta forma, segundo Hyndman (*op. cit.*), esta seqüência formou-se em condições de temperatura de média a alta dentro da fácies anfibolito.

Baseado em Miyashiro (1973), as paragêneses descritas enquadram-se dentro do tipo bário de média pressão e temperatura variando de média a alta, sendo que as paragêneses portadoras de cianita são de temperatura inferior às paragêneses portadoras de sillimanita, ou ainda almandina-anfibolito de Turner & Verhoogen (1960) e de Winkler (1974), *apud* Braga *et alii* (*op. cit.*).

A seqüência de rochas hiperaluminosas a norte de Coreaú e os gnaisses a cianita, granada, diopsídio e hornblenda que ocorrem nas cercanias de Trapiá enquadram-se na fácies almandina-anfibolito de Turner & Verhoogen (*op. cit.*) e Winkler (1977).

A associação mineralógica, caracterizada por oligoclásio-granada e diopsídio-biotita que foram assinalados na área ao sul de Sobral e no núcleo da anticlinal dômica da serra Dom Simão, representa a fácies anfibolito de Miyashiro (1973).

Baseado nas paragêneses mineralógicas estudadas, posicionou-se a seqüência rochosa gnáissico-migmatítica do Complexo Nordeste dentro da fácies almandina-anfibolito, e em certas áreas está presente a subfácies cianita-almandina-muscovita.

Os metamorfitos básicos relacionados com o Complexo Nordeste, encontrados dentro dos migmatitos, gnaisses e granitoides, apresentam paragênese do tipo: plagioclásio-hornblenda-biotita, almandina-diopsídio-plagioclásio-hornblenda, diopsídio-plagioclásio-hornblenda, epidoto-almandina-diopsídio-plagioclásio-hornblenda, diopsídio-hornblenda.

Conforme Miyashiro (1973), estas paragêneses enquadram-se dentro da fácies anfibolito na faixa de pressão baixa a média, e no intervalo de temperatura de média a alta.

Assim, de um modo geral as rochas do Complexo Nordeste enquadram-se na fácies anfibolito de Miyashiro (1973), podendo em alguns casos ser subdivididas em zonas segundo Hyndman (*op. cit.*), ou em subfácies que variam de temperatura de média a alta, segundo Turner & Verhoogen (*op. cit.*).

Conforme Miyashiro (1973), o tipo bórico da seqüência pode ser classificado como de média pressão.

#### 1.1.2.1.3 — Grupo Martinópole

##### A) Generalidades

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), tratando do esboço tectônico do norte do Ceará, apresentam um mapa esquemático, onde são traçadas as direções preferenciais das rochas do "embasamento cristalino" incluindo nesse esquema a seqüência ectinítica que ocorre no Graben de Martinópole.

Silva & Silva (*op. cit.*), no mapa hidrogeológico realizado para a Folha SA.24, cartografaram para a área delimitada pelo Graben de Martinópole rochas migmatíticas e gnaisses dominantes, posicionando-os no Pré-Cambriano Indiviso.

Costa *et alii* (1973), baseados em características litológicas e estruturas, individualizaram uma seqüência de rochas que inclui "filitos e xistos de baixo grau metamórfico, quartzitos, calcário cristalino e termometamorfitos", colocando-a informalmente como Unidade "A", fazendo restrições sobre o uso do termo "Série Ceará", para essa seqüência de rochas, devido à polêmica criada em torno daquele termo. Porém, concorda que o conjunto litológico pertencente à Unidade "A" teria correspondência com a "Série Ceará".

Dantas (*op. cit.*), tomando como base as informações e a individualização efetuada por Costa *et alii* (1973), coloca a seqüência de rochas posicionadas por aqueles autores como pertencentes à Unidade "A", que ocorrem nas áreas do Graben de Martinópole, com exceção dos quartzitos basais, e a noroeste de Massapê, como pertencentes ao Grupo Ceará.

Brito Neves (1975) faz referência sobre a seqüência litológica definida por Costa *et alii* (1973) caracterizando-a da seguinte forma: "Na sua borda sudeste o maciço acha-se recoberto de forma menos extensiva por rochas pré-cambrianas (Grupo Martinópole) e eopaleozóicas, provenientes de diferentes estágios de evolução da faixa dobrada que o margeia. As seqüências ditas singeossinclinais dispõem-se em discordância estrutural erosiva sobre as rochas do maciço, constituindo o preenchimento de autênticos sulcos externos (Ubatuba e Timbaúba), e também revestindo o lastro dos grabens estreitos e longos aí desenvolvidos, e associados pelos depósitos molássicos".

Baseados em estudos litológicos e estruturais definidos por Costa *et alii* (1973), bem como em trabalhos de campo, os autores propõem neste trabalho uniformizar a terminologia para o conjunto de rochas, que ocorrem a leste de Ibuguaçu (Graben de Martinópole) e noroeste de Massapê, até então discutíveis. Nesse sentido, propõe-se a designação formal de Grupo Martinópole para a associação de rochas, constituídas de quartzitos, filitos e xisto, com lentes de quartzitos e calcários intercalados, cujo estrato-tipo deve ser considerado a seção completa ao longo da estrada que liga Martinópole a Granja e Uruoca.

##### B) Posição estratigráfica

A área de ocorrência dominante do Grupo Martinópole corresponde ao bloco abatido do tipo *graben*, delimitado pela zona de cisalhamento de Jaguarapi e pela Falha de Itacolomi, que a coloca em contato tectônico com as unidades definidas como Complexos de Granja e Nordestino. Ocorre ainda a oeste da cidade de Massapê em uma pequena bacia, também seccionada pelas Falhas de Massapê e Tangente, que a coloca em contato tectônico com o Grupo Jaibaras.

Essa unidade litoestratigráfica caracteriza-se por uma clara individualização litológica, estrutural e estratigráfica, dispondo-se em discordância angular com a associação de rochas que formam o substrato migmatítico. Apresenta uma seqüência contínua de xistos de baixo grau metamórfico e filitos com camadas de quartzito

bastante espessas na parte basal, sem apresentar nenhuma evidência de início de feldspatização.

Nas áreas a norte de Ibuguaçu e na região de Pedra Verde, ocorre sotoposto à Formação Serra Grande, em discordância tectônica e angular (Fig. 1.12), sendo na porção mais extrema do *graben* a nordeste, recoberto em discordância erosional pelos sedimentos do Grupo Barreiras. Já na área a oeste de Massapê seu contato com o flanco nordeste do Granito Meruoca é marcado por falhas, onde, segundo Costa *et alii* (1973), desenvolveu-se uma auréola de metamorfismo de contato típico.

A sua posição na coluna estratigráfica, estabelecida para a área como sendo de idade pré-cambriana superior, é atribuída ao seu condicionamento litoestrutural ao grau de metamorfismo fácies xisto verde e pelo padrão geocronológico obtido neste trabalho, onde o diagrama isocrônico demonstrou dois alinhamentos, ambos datados em cerca de 630 MA, interpretado como sendo a época do último evento metamórfico que teria afetado essa seqüência ectinítica, alinhamentos estes devidos às variações obtidas para os valores das razões iniciais de  $Sr^{87}/Sr^{86}$ .

##### C) Distribuição na área

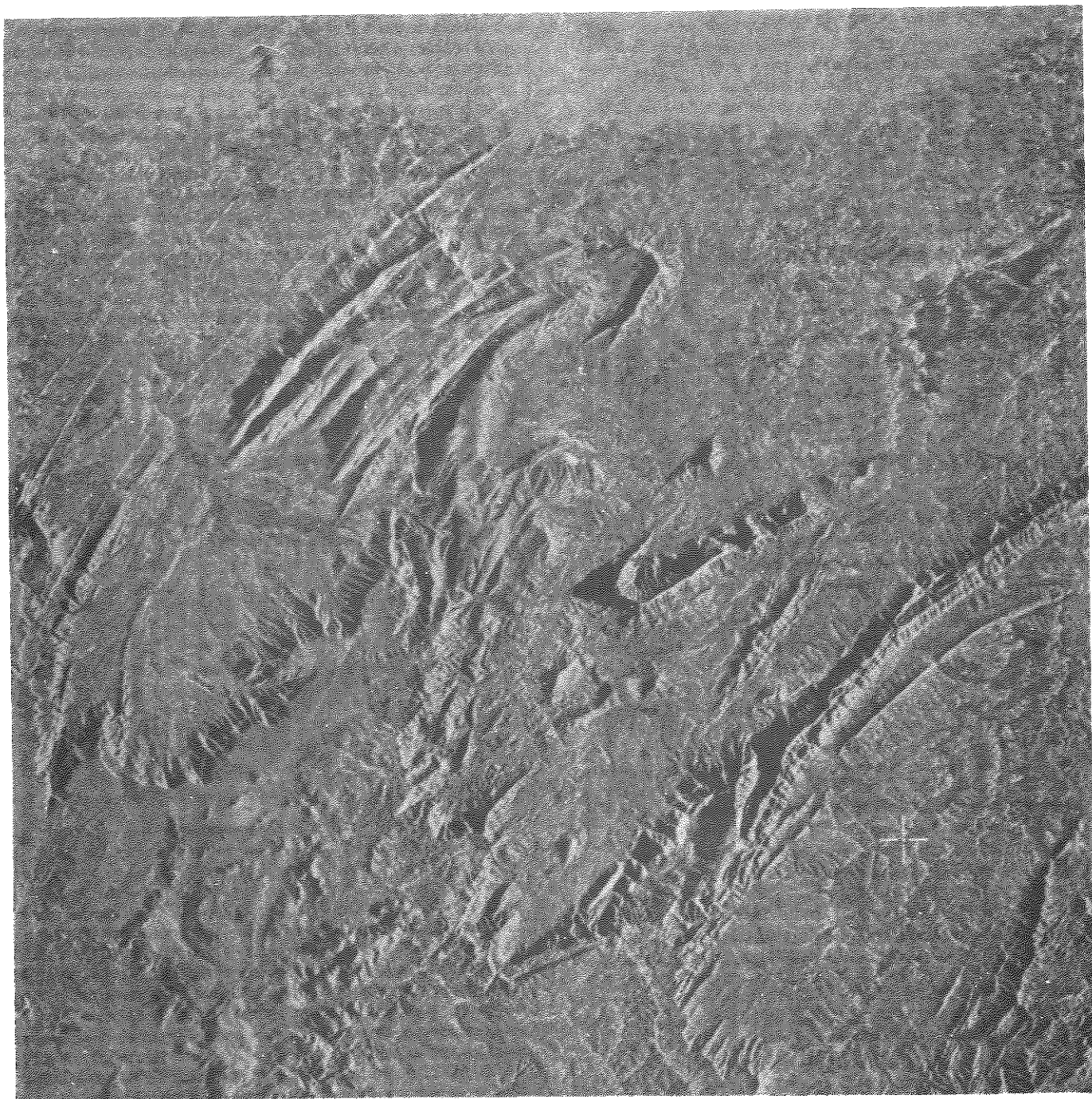
A associação litológica que constitui a unidade litoestratigráfica definida como Grupo Martinópole ocorre na parte norte da Folha SA.24-Y-C, e na porção mais a oeste da Folha contígua SA.24-Y-D, recobrida aproximadamente 10% do total da área mapeada. Ela se distribui de forma alongada, desde o bordo da Sinéclise do Parnaíba onde é encoberta pelas coberturas de idade paleozóica à altura dos municípios de General Tibúrcio e Ibuguaçu, indo na direção nordeste, onde desaparece por sob as coberturas terciárias do Grupo Barreiras, próximo da faixa litorânea. Nas áreas longitudinais seus limites são marcantes, por falhas, com o Complexo de Granja e com o Complexo Nordestino. Ocorre também a nordeste da cidade de Massapê recobrida uma pequena porção em área, com forma alongada na direção nordeste, indo até o extremo da serra do Mucuripe. A sudeste seu limite é feito pelo contato com o batólito granítico que forma a serra da Meruoca.

##### D) Geocronologia

Os metassedimentos do Grupo Martinópole foram estudados através de seis datações (Tab. 1.XVIII) em rochas coletadas nas imediações de Massapê e na Mina Pedra Verde. Para o substrato desta seqüência metassedimentar, no Horst de Tucunduba, dispõe-se de algumas idades Rb/Sr, amostras B8-1, MCO-B-2, anteriormente discutidas quando dos comentários geocronológicos do Complexo Nordestino (região de Itapipoca—Santa Quitéria). Seus dados analíticos incluem-se na isócrona com idade de 860 MA construída para rochas daquela região (Fig. 1.13), a qual é interpretada como mínima para o início da granitização.

O estudo geocronológico dos metassedimentos em diagrama isocrônico (Fig. 1.13) mostra dois alinhamentos, ambos com cerca de 630 MA. Três pontos analíticos, amostras MCO-A-1, MCO-A-2, MCO-A-4, definem isócrona com relação inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  em torno de 0,705 ao passo que os pontos restantes indicam elevada relação inicial para o conjunto de amostras. MCO-A-3, MCO-A-6 e MCO-A-7. Como já foi discutido em item geocronológico anterior tal fenômeno é comum em metassedimentos, que muitas vezes apresentam rochas litologicamente semelhantes originadas de conjuntos rochosos heterogêneos (com diferentes razões iniciais).

Apesar das amostras datadas não serem co-genéticas, o comportamento gráfico dos pontos no diagrama isocrônico poderia evidenciar fontes primárias distintas para determinadas rochas em função das diferentes relações iniciais obtidas. A nosso ver, as rochas com baixa relação inicial seriam oriundas de material sem vida crustal pretérita significativa, ao passo que aquelas amostras com elevada relação inicial teriam se originado de material antigo que foi retrabalhado em épocas posteriores.



Contato por falhamento, entre os metassedimentos que compõem o Grupo Martinópolis (pEm) de idade pré-cambriana superior, com as unidades litoestratigráficas de idade pré-cambriana inferior a média, representadas pelo Complexo de Granja (pGr), porção noroeste da figura, e pelo Complexo Nordeste (pEn) situado na parte sudoeste. A seqüência de metamorfitos do Grupo Martinópolis compõe-se de filitos, xistos, termos ardósianos e quartzitos, intensamente dobrados e falhados. O Complexo de Granja está constituído por granulitos, migmatitos, gnaisses e quartzitos ferríferos, falhados; compoendo estruturalmente o alto tectônico de

Granja. O Complexo Nordeste na área em exposição compõe-se de gnaisses e quartzitos compoendo o conjunto petrotectônico que forma o *Horst* de Tucunduba. Todo esse conjunto de rochas polimetamórficas está subjacente na parte sudoeste aos sedimentos de idade paleozóica que formam a borda norte da sinéclise do Parnaíba representado pelos arenitos conglomeráticos, arenitos e siltitos pertencentes à Formação Serra Grande (SDsg). Imagem SLAR obtida em 1972 — RADAM-BRASIL — Folha SA.24-Y-C. Escala aproximada 1:250.000.





Qc - Colúvio	Qf - Quartzitos	Contato definido	Eixo de anticlinal com caimento
TOb - Grupo Baireiras	Qff - Quartzitos ferríferos	Contato litológico	Eixo de sinclinal com caimento
SDsg - Form. Serra Grande	Qfg - Quartzitos e Gnaisses dominantes	Falha: tracejada onde intenda	Alinhamento, delimitação de estrutura, traço de camada
COm - Form. Apazível	Foliação	Faixa de empurrão	Zona de silicificação
COp - Form. Pacujá	Fratura		
pCm - Grupo Martinópolis			
pCgr - Complexo de Granja			
pCn - Complexo Nordestino			

Fig. 1.12 — Graben de Martinópolis-Alto Tectônico de Granja. Falhamentos NE-SO afetando as rochas do Grupo Martinópolis e do Complexo de Granja. Os quartzitos basais do Grupo Martinópolis apresentam-se intensamente dobrados. Escala: 1:250.000. Folha SA.24-Y-C.

TABELA 1. XVIII  
Dados analíticos Rb/Sr em rocha total do Grupo Martinópolis

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	IDADE** (MA)	REF.
MCO-A-6	Xisto prateado	SA.24-Y-C	3.076	126,2	90,8	4,05±0,08	0,7701±0,0003	1.068±45	5
MCO-A-7	Xisto prateado	SA.24-Y-C	3.077	86,2	70,5	3,56±0,07	0,7654±0,0013	1.126±55	5
MCO-A-1	Filito	SA.24-Y-D	2.611	33,0	239,6	0,40±0,01	0,7192±0,0019	710±468	5
MCO-A-2	Filito	SA.24-Y-D	2.612	69,0	150,3	1,33±0,03	0,7169±0,0010	554±114	5
MCO-A-3	Filito	SA.24-Y-D	2.242	180,8	82,7	6,38±0,13	0,7859±0,0014	847±31	5
MCO-A-4	Filito	SA.24-Y-C	2.243	207,2	29,8	20,51±0,40	0,8972±0,0010	631±15	5

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ ;  $Rb^{87}/Rb^{85} = 2,6027 \pm 0,0480$ . \*Valores de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  normalizados para a constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ . \*\*  $(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0,706 \pm 0,002$ .

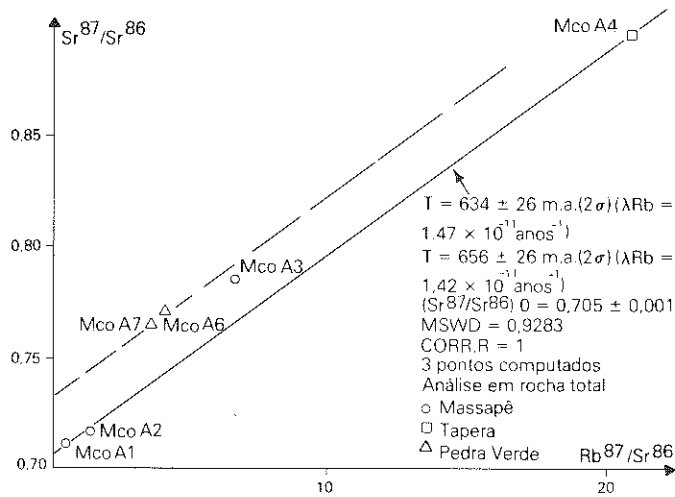


Fig. 1.13 - Isócronas de referência Rb/Sr para o grupo Martinópolis.

De qualquer modo o resultado radiométrico preliminar ora obtido é interpretado como sendo significativo do último evento metamórfico que teria afetado o Grupo Martinópolis. São necessários estudos radiométricos adicionais nas várias exposições do grupo, para sua caracterização geocronológica definitiva.

## E) Petrografia

Esta unidade litoestratigráfica está constituída por rochas de baixo grau de metamorfismo, alheia a processos de feldspatização e migmatização (Costa *et alii*, *op.cit.*). Litologicamente está representada por xistos e filitos dominantes, com termos ardosianos inseridos, de preferência em área onde os ectinitos foram submetidos a processos de alteração. Bancos eventuais de quartzitos e lentes de calcário-cristalino, e metabasitos(?) ocorrem intercalados na seqüência de xistos e filitos (Fig. 1.14), bem como uma seqüência de quartzitos puros ou micáceos, ocupando a posição basal da seqüência.

### I. Xistos e filitos

Os xistos estão melhor caracterizados a noroeste de Massapê, no trecho da rodovia CE-165 entre Uruoca—Granja e ao longo da rodovia CE-71.

Macroscopicamente apresentam coloração dominante cinza, com variações esverdeadas, podendo mostrar tons avermelhados. Algumas amostras exibem uma alternância de níveis micáceos e quartzosos. A granulação é fanerítica fina em domínio, exceto a noroeste de Massapê onde dominam níveis grosseiros.

Microscopicamente, segundo Costa *et alii* (*op.cit.*), exibem uma textura granolepidoblástica, ora lepidoblástica, constituída por lamelas de muscovita, sericita, biotita, clorita e grãos de quartzo. Os tipos mais comuns estão representados por: clorita-sericita-

xistos, sericita-talco-xistos e muscovita-xistos, que podem apresentar variações por vezes importantes.

Na região noroeste de Massapê, os xistos são grosseiros, sem evidência de feldspatização, variando desde muscovita-quartzoxisto até biotita-xisto.

Os filitos são bem observados a sul de Martinópolis e em alguns trechos ao longo da rodovia CE-71.

Macroscopicamente apresenta coloração variando de cinza a cinza-esverdeado, por vezes com tons castanhos, podendo chegar a vermelho-tijolo. Geralmente mostra-se alterado, apresentando uma foliação bem pronunciada; constitui-se de finíssimas palhetinhas de sericita e clorita, adicionada a pequeninos grãos de quartzo. Certas amostras exibem forte aspecto sedoso e/ou untuoso. Análise petrográfica desta litologia não foi efetuada.

Intercalando esta seqüência de xistos e filitos ocorrem calcários e quartzitos. Os calcários afloram a noroeste de Massapê, distando aproximadamente 3 km desta cidade, bem como próximo a localidade de Bom Jardim no extremo sudoeste da serra do Mucuripe.

Macroscopicamente são de cor cinza, maciços, com granulação fanerítica fina, equigranular, possuindo aspecto sacaroidal típico, podendo apresentar-se fraturado, onde em certas amostras, nestas fraturas desenvolvem-se pequenos cristais de calcita ou finíssimas lâminas de sericita. Delgadas vênulas de calcita, por vezes, estão caoticamente distribuídas nestas rochas. Costa *et alii* (1973) citam que nas proximidades da zona de contato do Graben de Jai-baras ao longo da Falha de Massapê, ocorrem bancos de calcário cinza-azulado e cinza-esverdeado, totalmente silicificado, bem expostos na estrada Massapê—Coreaú; a substituição do carbono por  $SiO_2$  nestes calcários alcança níveis que correspondem ao processo referido por Kegel (*op.cit.*) como persilicificação, bem comprovada pelos resultados da análise química:  $SiO_2$  - 80,54%, CaO - 5,20%, MgO - 0,70%.

### II. Quartzitos

Estão bem expostos nas serras de São Joaquim e da Ubatuba, ocupando claramente a posição basal do Grupo Martinópolis.

Microscopicamente apresentam texturas granoblásticas, com cristais xenomórficos em mosaico, e freqüentes feições de recrescimento e bordos denteados. Na parte média e no topo da seqüência são comuns quartzitos muscovíticos, com muscovita e sericita dispostos em leitos delgados, discretamente dobrados e cujas lamelas exibem bordos esfarrapados.

### III. Termometamorfitos

Costa *et alii* (1973) mencionam que ao longo da borda noroeste do stock granítico Meruoca—Rosário, as rochas da unidade "A" (Grupo Martinópolis) foram afetadas pelos processos de metamorfismo térmico conseqüentes à intrusão granítica. A melhor região para estudo das associações minerais termometamórficas situa-se ao sopé da Meruoca, na estrada Meruoca—Massapê, em rochas da seqüência calcopelítica.

Ainda segundo aqueles autores, estas rochas são calco-hornfels densos e compactos, granulação média a fina, geralmente de

cor verde, em bancos espessos, conservando os planos de acamamento e/ou xistosidade original.

Microscopicamente, exibem textura granoblástica e poiquiloblástica irregular e mineralogicamente são constituídas de plagioclásio, epidoto (zoisita e pistacita), quartzo, biotita em parte cloritizada, cordierita e wollastonita, além de carbonatos, tremolita-actinolita e titanita. A cordierita apresenta sua alteração habitual em minerais fibrosos, com inclusões de epidoto e titanita.

#### F) Metamorfismo

Costa *et alii* (1973), com base nas características petrográficas e nas paragêneses minerais descritas do tipo clorita-sericita-quartzo, muscovita-clorita-sericita-quartzo e muscovita-biotita-quartzo, classificaram a seqüência pelítica da Unidade "A" (Grupo Martinópolis) como rochas pertencentes à fácies xisto verde nos níveis superiores; ainda registram que a ausência de albita e epidoto confirma a natureza incipiente e essencialmente epizonal do metamorfismo que afetou as rochas desta unidade.

Das associações minerais descritas, a presença de clorita e sericita caracteriza um metamorfismo de grau incipiente a fraco segundo Winkler (1977). Segundo Utaba *apud* Miyashiro (1973) a clorita ocorre na parte média da fácies zeólita e prolonga-se para dentro da fácies xisto verde e a sericita se forma na parte superior em processo idêntico a clorita. James *apud* Miyashiro (1973) constatou a presença de clorita dentro de toda a zona da clorita e parte inferior da zona de biotita, sendo que estas duas zonas são uma subdivisão da fácies xisto verde. A biotita, outro mineral presente nestas rochas, surge na parte superior da zona da clorita e se prolonga até graus mais altos do metamorfismo regional (Miyashiro, 1973).

A ausência de albita e epidoto não caracteriza um metamorfismo de grau incipiente, pois segundo Utaba, *apud* Miyashiro (1973), estes minerais surgem na fácies zeólita e continuam na fácies xisto verde. James *apud* Miyashiro (1973) registra o desaparecimento da albita na passagem da zona da clorita para a zona da biotita, dentro da fácies xisto verde, e o epidoto se prolonga até a porção média da fácies anfíbolito.

Costa *et alii* (1973) citam que "Na auréola de metamorfismo térmico, associada ao stock granítico Meruoca—Rosário, observa-se uma diversificação maior das fácies metamórficas. Na estrada Massapê—Coreaú, foram descritos xistos a clorita, tremolita-actinolita, quartzo, epidoto e carbonatos, e associações do tipo quartzo-biotita-muscovita-epidoto e carbonatos, e associações do tipo quartzo-biotita-muscovita-epidoto, que caracterizam a fácies albita-epidoto-hornfels de Winkler (1967), e correspondem a zonas externas da auréola de contato. Na estrada Massapê—Meruoca, na zona mais próxima ao granito, afloram escarnitos com a paragênese: plagioclásio, diopsídio, cordierita, escapolita, wollas-

tonita, quartzo e biotita. Segundo Turner & Verhoogen (*op. cit.*), a associação diopsídio-wollastonita é característica da fácies piroxênio hornfels. Winkler (1967) coloca a paragênese acima citada na fácies K-feldspato-cordierita-hornfels."

#### 1.1.2.1.4 — Grupo Ubajara

##### A) Generalidades

Small (1914, p.51) descreve arenitos castanhos que ocorrem no trecho entre Ibiapina e Sobral e nas proximidades de Massapê, comparando-os com a "Série Serra Grande".

Williams (1926) define pela primeira vez na região noroeste do Ceará uma unidade geológica, denominando-a de "Série Bambuí", referindo-se ao calcário preto dos arredores de Frecheirinha.

Oliveira & Leonardos (*op. cit.*) resumiram as observações relatadas por Jonston e Leonardos ao longo da rodovia Sobral—Teresina. Descrevem como "Série Jaibaras" afloramentos dobrados de conglomerados, arcóseo, arenito e folheto vermelho-arroxeadado ou verde e calcário cinzento-escuro, equiparando-a, com certa reserva, à "Série São Francisco—Bambuí". Essas rochas foram agrupadas e desde então posicionadas como de idade presumíveis siluriana.

Kegel (1956) descreve a Bacia de Jaibaras em um perfil realizado através do que foi por ele designado de "sinclínório de Jaibaras". Distute sobre a "Série Jaibaras" formada de conglomerado brechóide, quartzito, folheto e calcário, concluindo que os componentes daquela série seriam mais ou menos independentes entre si, e propõe o termo "sinclínório do Jaibaras" que, segundo ele, muda o conceito estratigráfico em conceito de geologia regional.

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) apresentam um esboço geológico da Bacia de Jaibaras onde delimitam os seus contornos e individualizam duas formações a saber: "Formação Jaibaras como a mais antiga subdividida em dois membros: Trapiá, como membro superior, abrangendo arenitos, folhelhos e siltitos que ocorrem nas nascentes do riacho Trapiá; Aprazível, como membro inferior, constituído de conglomerados brechóides que afloram nas imediações da fazenda Aprazível; e Formação Bambuí, como a mais recente, constituída de calcário" (Fig. 1.15). Analisam ainda o comportamento tectônico dessa seqüência litológica e emitem considerações sobre a evolução e o ambiente de sedimentação.

Cobra (1963) discorda das conclusões de Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) sobre o posicionamento estratigráfico proposto por estes autores, e estabelece um novo esquema estratigráfico para a bacia, destacando que as duas formações individualizadas por estes autores encontram-se na ordem estratigráfica oposta da que foi enunciada.

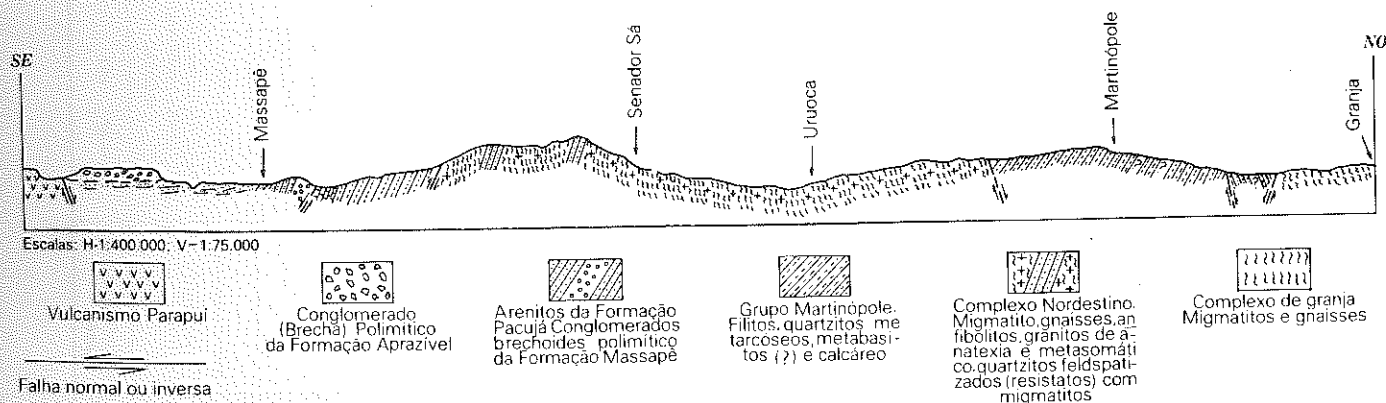


Fig. 1. 14—Perfil geológico esquemático: Ramal Arraial (Massapê)—Granja.





Winge (1967, p.9) apresenta uma nova coluna estratigráfica, elevando à categoria de grupo a seqüência de rochas que ocorrem na Bacia de Jaibaras, descrevendo-as assim: "Não dividimos tal entidade maior-Jaibaras em membros, nem a consideramos como uma simples formação à semelhança de que fez Kegel (*op. cit.*), visto ela representar uma associação litológica com superfícies estratigráficas definidas que resultaram de um conjunto de fenômenos mais importante de que simples variações deposicionais".

"Preferimos considerar tal entidade como grupo, distinguindo as seguintes divisões gerais de vez que não possuímos dados para estabelecer formações, membros, etc., subgrupo basal, subgrupo médio e subgrupo superior".

Danni (1968 p.7) coloca como unidade litoestratigráfica basal da bacia a "Série Bambuí" descrevendo-a assim: "Ainda que a Série Bambuí esteja pronunciadamente deformada, a ordem estratigráfica de suas litologias pode ser estabelecida. De sorte que as ardósias castanhas constituem a seqüência de base, passam para um pacote de quartzitos de aproximadamente cem metros de espessura. Estes passam gradual e rapidamente para siltitos e margas cremes que transicionam ao calcário-tipo que ocorre em Frecheirinha".

Mabesoone, Beurlen e Rand (1971) apresentam um resumo dos estudos de mapeamento realizado pelos alunos da Escola de Geologia de Recife efetuado nos anos de 1962 e 1965 na Bacia de Jaibaras.

Os resultados obtidos no mapeamento integrado mencionado no texto anterior é que levaram Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) a apresentarem o seguinte esquema estratigráfico, propondo para o que eles chamaram de "Grupo Bambuí" duas formações ordenadas da base para o topo; "Formação Bambuí", como a unidade basal da bacia, composta de calcários, seguida de uma seqüência mais superior definida como Formação Caiçaras, composta de folhelhos vermelhos com intercalações de quartzitos.

Do exposto, conclui-se que os autores acima mencionados concordam em parte com as observações efetuadas por Cobra (*op. cit.*), entretanto colocam as duas formações em uma ordem estratigráfica inversa daquela proposta por Danni (1968).

Mabesoone (1972), baseado no resumo publicado por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*), apresenta uma nova análise sobre a Bacia de Jaibaras, colocando indistintamente a associação litológica que ocorre em toda bacia no seguinte esquema estratigráfico, em ordem cronológica da base para o topo da seqüência: Calcário Bambuí; Formação Caiçaras, constituída de folhelhos vermelhos com intercalações de quartzitos; Formação Trapiá, composta de uma seqüência arenítica, às vezes com uma camada de base conglomerática; Formação Aprazível, representada por fanglomerados; e, como unidade de topo ainda que duvidosa em sua posição estratigráfica, propõe a designação de Formação Penanduba para caracterizar uma seqüência de arenitos grosseiros até conglomeráticos, com fragmentos bastante angulosos, cortados por numerosas veias de quartzo, que formam a serra homônima. Microscopicamente, parece ser uma subgrauvaca, com grãos subangulosos, até subarredondados, compostos de quartzo e fragmentos de rocha.

Danni (1972) apresenta, pela primeira vez para a Bacia de Jaibaras, uma formalização mais precisa para as suas litologias, dividindo-as em duas unidades estratigráficas distintas designadas de "Grupo Bambuí" e Grupo Jaibaras. Apesar daquele autor não acrescentar nada de novo com relação ao seu trabalho realizado anteriormente, isto é, mantendo o mesmo ponto de vista sobre a ordem estratigráfica, para a unidade "Bambuí", suprime o termo "Série Bambuí" pela categoria de grupo, fato este também proposto por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*).

Costa *et alii* (1973) apresentam uma excelente súmula dos principais trabalhos realizados anteriormente para "Bacia Bambuí—Jaibaras" e propõem uma nova coluna estratigráfica para a área, redefinindo os Grupos "Bambuí" e Jaibaras, no sentido em que foram defi-

nidos inicialmente por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*), e posteriormente por Danni (1972).

A respeito do uso do termo "Bambuí" para a área noroeste do Ceará, Costa *et alii* (1973) assim se expressam: "Desde a correlação pioneira de Williams (*op. cit.*), dos calcários, hoje incluídos na Formação Frecheirinha, com a então Série Bambuí, este termo vinculou-se definitivamente à geologia do noroeste do Ceará. Desta forma, deve-se mais à tradição a manutenção da denominação Grupo Bambuí ao conjunto litológico aqui individualizado em uma bacia isolada e afastada mais de 1.000 quilômetros das áreas clássicas de ocorrência do grupo e cerca de 500 quilômetros de sua ocorrência mais próxima. A integração dos dados geológicos e geotectônicos, com datações geocronológicas recentes, nos permite um novo enfoque do problema".

"Amaral & Kawashita (1967), aplicando o método Rb/Sr em amostras de folhelhos intercalados nos calcários de Sete Lagoas, determinaram idade de  $600 \pm 50$  MA para o Grupo Bambuí, colocando-o no Eocambriano. No noroeste do Ceará, a datação do Granito Meruoca, 440 MA, Vandouros (*op. cit.*), intrusivo nas camadas ditas Bambuí, também situa a seqüência sedimentar no Eocambriano, dado coerente com o desenvolvimento geotectônico regional. Desta forma, existe uma correspondência cronológica entre o Grupo Bambuí na sua área clássica, e a seqüência homônima aqui referida".

"Do ponto de vista geotectônico, as formações eocambrianas do noroeste do Ceará corresponderiam à extensão setentrional dos sedimentos depositados na borda ocidental da plataforma do São Francisco e que constituem o geossinclíneo Brasília (Almeida, *op. cit.*). Com efeito, observa-se uma similitude flagrante na evolução tectônica do geossinclíneo Brasília e do conjunto aqui individualizado como Miogeossinclíneo da Ibiapaba. A correspondência de fácies litológicas associa-se a correspondência de estilo tectônico, cujo elemento dominante, em ambos os casos, são falhas inversas e dobras isoclinais ou reviradas. A continuidade do miogeossinclíneo Ibiapaba por sob os sedimentos da Bacia do Meio Norte em direção sudeste, se bem que especulativa, apóia-se de certa forma na coincidência das direções estruturais no noroeste do Ceará e no bordo sul da bacia, região noroeste de Goiás. Acrescente-se a presença de litologias (arcóseos e grauvacas) na área de Parnaguá e Corrente, sul do Piauí, Winge (1967), tidas como representantes do Grupo Bambuí".

"Com base nos critérios expostos, concluímos pela correlatividade no tempo, litologia e tectônica do Grupo Bambuí na sua área clássica de Minas Gerais e Goiás, com o conjunto litológico tido como representação do mesmo Grupo no noroeste do Ceará, resultantes de um mesmo ciclo geotectônico. Em termos de tempo, situa-se o Grupo Bambuí, definitivamente, no Eocambriano".

Nesse sentido Costa *et alii* (1973) dizem: "Em sua concepção atual, o Grupo Bambuí nesta área compreende quatro unidades litoestratigráficas, que apresentam um conjunto de pelo menos 3.900 m de espessura, onde predominam grauvacas, arenitos arcoseanos, calcários, ardósias e quartzitos, e está representado na seção composta da Figura 3. Do ponto de vista geotectônico, o Grupo Bambuí nesta região depositou-se em uma miogeossinclinal, na classificação de Kay, 1944 e 1947, (*in* Krumbain & Sloss, 1963), cujo eixo é orientado segundo NE-SO. Para este elemento geotectônico, propomos a denominação de Miogeossinclinal da Ibiapaba".

As quatro unidades litoestratigráficas propostas para o "Grupo Bambuí" segundo Costa *et alii* (1973) constituem as seguintes formações posicionadas como de idade eocambriana da base para o topo da seqüência: "Formação Trapiá, arenito fino, siltito fítiloso, *hornfels*; Formação Caiçaras, ardósia, quartzitos e *hornfels*; Formação Frecheirinha, calcário azulado e *hornfels*; Formação Coreá, grauvacas, arcóseos, arenitos finos e *hornfels*".

Dantas (*op. cit.*), tratando do mapeamento das Folhas SA. 24 e SB. 24, adota o mesmo esquema estratigráfico proposto por Costa *et alii* (*op. cit.*). Entretanto discorda do posicionamento cronoestra-

tigráfico do Grupo Bambuí, devido à correlação apresentada por Costa *et alii* (*op. cit.*, p. 88) que diz: "Do ponto de vista estratigráfico, as seqüências litológicas individualizadas nas Formações Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha e Coreaú apresentam um paralelismo acentuado com a coluna estratigráfica proposta por Braun (1968), para o Grupo Bambuí, em Minas Gerais e Goiás".

Nesse sentido Dantas (*op. cit.*, p.31) conclui: "Entretanto, se partimos do princípio de que o 'Grupo Bambuí' ocorrente na 'Bacia de Jaibaras' é correlacionável com aquele da região de Minas Gerais, somos levados a considerá-lo de idade mais antiga (Pré-Cambriano A) tendo em vista as datações, tanto radiométricas, como pleaeontológicas obtidas neste estado".

Nascimento (1976) apresenta uma análise sobre o nível de conhecimento das pesquisas realizadas na Bacia de Jaibaras. Como hipótese de trabalho conclui: "Do exposto, verifica-se que além do posicionamento cronoestratigráfico ainda duvidoso, e em discussão para o Grupo Bambuí em suas áreas de ocorrências clássicas, acrescenta-se a distância de  $\pm 1.000$  km, que o separa da região noroeste do Ceará, e na impossibilidade de obtenção de informações geológicas nas áreas encobertas pela seqüência sedimentar da sinéclise do Piauí—Maranhão, é sugestivo para uma não correlação, e mais especificamente pelo não uso do termo "Bambuí" para a seqüência metassedimentar, que ocorre na Bacia de Jaibaras".

Para um melhor entendimento e para efeito de uma visualização geográfica mais precisa, os autores deste trabalho consideram a Bacia de Jaibaras no mesmo sentido em que foi definida e delimitada originalmente por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), como constituindo uma entidade tectônica do tipo *graben* (Fig. 1.16) dentro da área limitada em suas partes longitudinais pelo Lineamento Sobral—Pedro II e pelas Falhas de Arapá e de Tangente.

Apesar do termo "Bambuí" estar vinculado há bastante tempo à área noroeste do Ceará, achamos que a conservação do mesmo como um fator de prioridade para as unidades estratigráficas que ocorrem na Bacia de Jaibaras não se justifica pela falta completa de dados geológicos que possam confirmar, ou mesmo para uma correlação com a seqüência de rochas pertencentes ao "Grupo Bambuí" que ocorre em suas áreas clássicas em Minas Gerais.

Nesse sentido os autores deste trabalho propõem a designação formal de Grupo Ubajara para caracterizar a associação litológica que compõe as unidades litoestratigráficas individualizadas como Formação Trapiá, Formação Caiçaras e Formação Frecheirinha, cuja secção completa ocorre no trecho da rodovia BR-222 entre as cidades de Frecheirinha e Aprazível.

A escolha para a mudança do termo "Bambuí" para Ubajara atende aos requisitos do Guia Internacional de Classificação Estratigráfica de Hedberg (*op. cit.*). A localização do topônimo ocorre em uma das áreas mais típicas e representativas dos calcários da Formação Frecheirinha, local conhecido como Gruta Ubajara.

Em sua conceituação atual, as litologias que compõem as quatro unidades litoestratigráficas individualizadas como pertencentes ao "Grupo Bambuí" por Costa *et alii* (1973) serão englobadas neste trabalho, com exceção de Formação Coreaú, como fazendo parte do Grupo Ubajara, mantendo-se entretanto a mesma individualização litológica proposta por aqueles autores, apesar de ser bastante difícil a sua separação, fato este comprovado no decorrer do mapeamento, devido à falta de dados geológicos suficientes, não observados nos afloramentos estudados, no sentido de se confirmar também a ordem estratigráfica da base para o topo das Formações Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha e Coreaú, conforme foram propostas por Costa *et alii* (1973).

## B) Posição estratigráfica

A colocação do Grupo Ubajara como de idade cambriana foi atribuída pelo seu posicionamento litoestrutural dentro do *Graben* de Jaibaras, e pelo fato de suas litologias apresentarem evidências de efeitos térmicos, vistos na auréola de metamorfismo de con-

tato com o Granito Mucambo. Comprovada essa condição pré-Mucambo para o Grupo Ubajara, sua idade mínima é tomada como base a partir dos resultados radiométricos obtidos em diagrama isocronico de referência para o Granito Mucambo que acusou idade em torno de  $512 \pm 10$  MA, admitida como a época de colocação do vulcanoplutonismo que ocorreu na bacia. O limite inferior dessa unidade litoestratigráfica é desconhecido por apresentar contatos em superfície por falhamentos com outras unidades litoestratigráficas mais antigas conhecidas e mapeadas na área.

Entretanto é possível que o Grupo Ubajara sobreponha-se às litologias do Grupo Martinópole, caso essa unidade litoestratigráfica apresente-se com continuidade física em subsuperfície na porção sudoeste do Granito Meruoca.

Essa hipótese é sugestiva pelo fato do Grupo Martinópole ocorrer em contato com o Granito Meruoca na sua borda noroeste, e apresentar uma distribuição espacial orientada na mesma direção em que ocorre o Grupo Ubajara no outro extremo da bacia.

O limite superior do Grupo Ubajara também não foi observado, verificando-se em toda sua extensão nas áreas ao norte e na porção noroeste passagens com contatos bruscos para os arenitos da Formação Pacujá do Grupo Jaibaras. Ao sul seu contato é muito bem marcado por discordância angular, ocorrendo sotoposto aos sedimentos que compõem a Formação Serra Grande.

Baseado em vários perfis geológicos esquemáticos (Fig. 1.17) pode-se tirar as seguintes conclusões sobre a seqüência litológica que ocorre na Bacia de Jaibaras mais notadamente para as três unidades litoestratigráficas que compõem o então proposto Grupo Ubajara:

— em todas as secções os contatos entre os arenitos e calcários são sempre em zonas perturbadas por falhas, o mesmo acontecendo com os arenitos em relação à seqüência de ardósias com bancos de quartzitos da Formação Caiçaras;

— observa-se que em um grande número de afloramento as rochas estão estratificadas e com mergulhos acentuados. Muitas vezes é difícil precisar os mergulhos devido a perturbação que afetou a região e grau de arrasamento;

— observou-se sempre contato entre os arenitos e calcários, arenitos e ardósias, não tendo-se registrado contato ardósia-calcário, nas secções realizadas;

— pelo que foi observado nas várias secções realizadas, acreditamos que ocorre(m) nível(is) de calcários, Formação Frecheirinha e de ardósias e quartzitos(?), Formação Caiçaras dentro de espesso pacote de arenitos. O contato entre a Formação Frecheirinha e o arenito é predominantemente brusco, podendo eventualmente ocorrer interdigitado(?), o mesmo acontecendo com o contato entre a Formação Caiçaras e arenitos;

— apesar da maioria das secções apresentarem mergulhos para uma mesma direção, isto é, conclusão baseada em alguns mergulhos dos calcários, ardósias e arenitos dando a impressão de dobramentos devido a esforços de flexura (compressionais), acreditamos que as unidades litoestratigráficas sofreram tectônica de movimento vertical do bloco, causando falhas inversas e basculamento de blocos dando aspecto de dobras recumbentes. Tal conclusão baseia-se nos principais perfis realizados em toda a Bacia de Jaibaras, Mucambo—Pacujá, Sobral—Tiangá e Sobral—Masapê, onde muitas vezes os sedimentos principalmente arenitos estão em posição horizontal e subhorizontal mostrando a não atuação de esforço de compressão;

— quanto à reconstituição de inúmeras dobras sinclinais e anticlinalis inversas propostas em trabalhos anteriores, achamos de difícil interpretação, considerando o grau de arrasamento e perturbações dos afloramentos (calcários e arenitos), assim como a difícil posição de certas unidades na coluna estratigráfica na falta de evidência para reconstituição da base e topo das camadas, para verificação se houve ou não inversão; e

— nas secções realizadas observamos sempre que os arenitos que se distribuem em quase toda a extensão da Bacia de Jaibaras apresentaram as mesmas características petrográficas, que *a priori* não justificam uma separação em três unidades distintas, havendo inclusive continuidade física entre os arenitos tipo Trapiá, Coreau e Pacujá.

### C) Distribuição na área

A seqüência de rochas que compõem o Grupo Ubajara acha-se compreendida maiormente na porção sudoeste do Graben de Jaibaras.

Essa unidade estratigráfica distribui-se em uma faixa estreita e alongada, desde o sopé da escarpa da serra da Ibiapaba onde ocorre subjacente a cobertura sedimentar paleozóica da Sinéclise do Parnaíba, sendo limitada em suas áreas longitudinais, a leste pelo Granito Mucambo, e a norte-noroeste pela Formação Pacujá.

### D) Formação Trapiá

#### I. Generalidades

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) designaram como Membro Trapiá da Formação Jaibaras arenito por vezes micáceo, siltitos, folhelho arroxeados e arenito quartzítico, que ocorrem na região de Ubaúna e do riacho Trapiá, posicionando-os estratigraficamente abaixo dos calcários da então Formação Bambuí. A semelhança litológica com as demais rochas areníticas ocorrentes nos vales dos rios Jaibaras e Coreau já induziu aqueles autores a incluir aquelas litologias no Membro Trapiá.

Posteriormente Cobra (*op. cit.*) estabelece que as duas formações visualizadas por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) encontram-se na ordem estratigráfica oposta da que foi enunciada.

Costa (1963) denomina de Formação Trapiá uma seqüência de rochas que se inicia com um conglomerado, formado por seixos angulosos de gnaisses e filito, designado por ele de conglomerado Massapê por só ocorrer nessa região, passando para um membro superior composto de arenitos e siltitos, atribuídos à "Série Jaibaras".

Danni (1968) usa a designação de Formação Trapiá para englobar uma seqüência de arenitos feldspáticos, intercalados com bancos de conglomerados intraformacionais compostos de seixos de arenitos feldspáticos, constituindo a base do Grupo Jaibaras, distribuído ao longo do rio Jaibaras, a leste e oeste do Granito Mucambo.

O termo Trapiá foi usado por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*), no mesmo sentido em que o fez Danni (1968), para designar uma unidade basal do Grupo Jaibaras, composta de uma seqüência arenítica às vezes com intercalações de camadas conglomeráticas.

Danni (1972) confirma a posição estratigráfica da Formação Trapiá como unidade basal do Grupo Jaibaras, com sua distribuição conspícua ao longo do alto rio Jaibaras e a oeste e noroeste da serra do Carnutum onde o riacho Trapiá tem suas nascentes.

Costa *et alii* (1973) mostram as incoerências dos fatos observados com os conceitos recentes sobre a estratigrafia da área, definindo e posicionando a Formação Trapiá, como uma unidade litoestratigráfica basal do "Grupo Bambuí", descrevendo-a assim: "A unidade originalmente definida como Membro Trapiá por Kegel, na área de Ubaúna e vale do riacho Trapiá, corresponde a duas formações a saber: um pacote de ardósias vermelhas com bancos quartzíticos intercalados, aqui denominada de Formação Caiçaras, Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*), que se sobrepõe a uma unidade de arenitos finos e quartzitos referida na definição original de Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), e aqui individualizada como Formação Trapiá, ocupando posição basal no Grupo Bambuí. Inclui ainda esta formação uma faixa de cornubianitos desenvolvida ao longo do contato com o stock granítico de Mucambo".

Neste trabalho a Formação Trapiá será definida no mesmo sentido em que foi cartografada por Costa *et alii* (1973) porém com restrições quanto a sua posição como unidade basal do Grupo Ubajara.

### II. Posição estratigráfica

As relações de campo, observadas no decorrer do mapeamento, não se coadunam com os esquemas estratigráficos até então apresentados, para se precisar a posição estratigráfica dos arenitos da Formação Trapiá como constituindo a unidade litoestratigráfica basal do proposto Grupo Ubajara.

Nos afloramentos em que a Formação Trapiá apresenta-se com acamamento regular, mostram-se bastante fraturados, em geral associados a zona de intenso falhamento, dificultando uma análise interpretativa sobre o comportamento estrutural e estratigráfico desta unidade litoestratigráfica com relação às Formações Caiçaras e Frecheirinha.

Em diversos perfis realizados, observam-se sempre contatos bruscos entre essas unidades litoestratigráficas, bem como uma falta total de locais ideais para tomada de atitudes reais confiáveis, ocorrendo sempre camadas subverticais a verticais, ou mesmo afloramentos pouco espessos onde desaparece por completo a noção de ordem de acamamento (Fig. 1.18).

No corte da rodovia BR-222, e áreas laterais onde ocorrem as melhores exposições da Formação Trapiá, observa-se uma passagem com contatos bruscos para as ardósias, bem como para os calcários da Formação Frecheirinha (Fig. 1.19). Essas últimas litologias distribuem-se sempre de maneira irregular, por vezes ilhadas em meio aos arenitos ou mesmo formando pequenas lentes. Como exemplo, foram observados no km 257 da rodovia BR-222 níveis de calcários intercalando os arenitos da Formação Trapiá. Essas características também voltam a se repetir em outras áreas conforme foram assinalados nas regiões de Ubaúna e da fazenda Piancó, e ao sopé da serra do Penanduba.

Diante dos fatos comentados no texto anterior, uma classificação cronoestratigráfica preliminar errônea é justificável para as formações que compõem o Grupo Ubajara, devido ao seu próprio modo de ocorrência onde suas litologias apresentam características litoestruturais especiais e complexas.

### III. Distribuição na área

Essa unidade litoestratigráfica ocorre ao longo do riacho Trapiá, região de Ubaúna, onde foi originalmente definida e descrita. Estende-se para sudeste bordejando o flanco oeste do batólito granítico de Mucambo, limitando-se também nessa faixa com as ardósias da Formação Caiçaras, indo até o sopé da escarpa da serra da Ibiapaba onde desaparece encoberta pelos sedimentos da Sinéclise do Parnaíba.

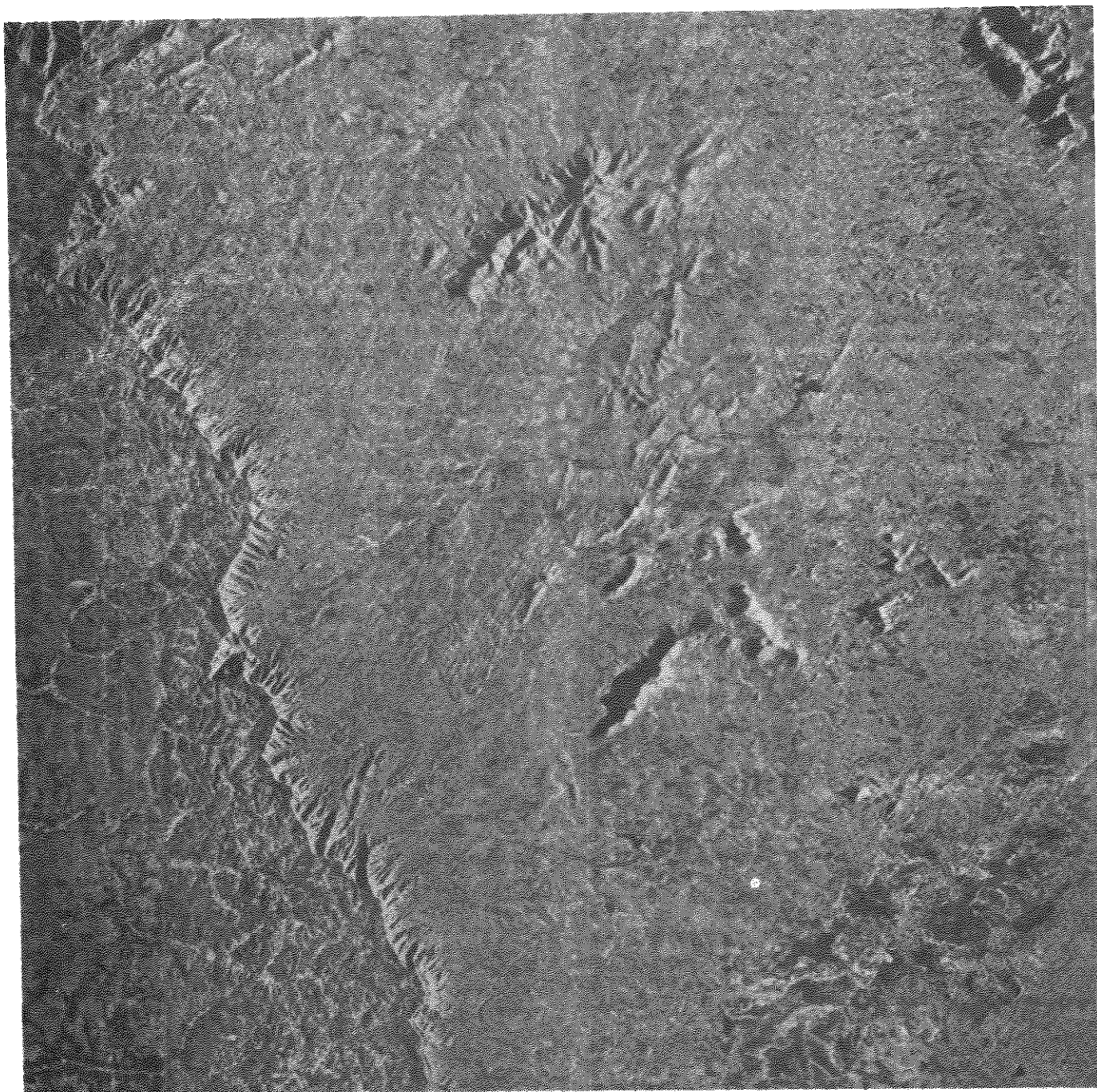
### IV. Petrografia

Litologicamente está representada predominantemente por arenitos finos com cores variadas (Tab. 1.XIX), destacando-se o castanho às vezes cinza-esverdeado, creme-amarelado e acastanhado. Apresenta-se geralmente micáceo, por vezes calcífero e arcosano, podendo exibir-se bastante compacto, silicificado, assim como são comuns veios de calcita preenchendo fraturas, além de lentes de calcário de pouca possança intercaladas.

Na serra do Penanduba predominam arenitos e arenitos conglomeráticos apresentando-se bastante diferentes das áreas típicas. Contêm impregnações de óxido de ferro, sendo sua cor dominante o cinza, com níveis brancos a castanho-avermelhados. Em certos casos estas rochas apresentam-se constituídas principalmente de grãos de quartzo, podendo ser denominadas de ortoquartzito.

Mabesoone (1972), referindo-se em análises microscópicas das rochas da serra de Penanduba, cita que: "Parece ser uma subgrau-





Na porção oeste da figura, observa-se o contato entre os sedimentos de borda da Bacia do Parnaíba, representada pela Formação Serra Grande (SDsg), com os metassedimentos que ocorrem na Bacia de Jaibaras compondo os Grupos Ubajara e Jaibaras. O Grupo Ubajara, de idade cambriana, é composto pelas formações: Trapiá (Tut), constituída de arenitos e lentes de calcários; Caiçaras (Cuc), ardósias com bancos de quartzitos intercalados; Frecheirinha (Cuf), calcários. Este conjunto de rochas apresenta-se intensamente perturbado por um sistema de falhamento de direção NE e seus contatos litológicos são definidos principalmente por

falhas ou inferidos onde tracejado. Intrusivo nesta seqüência litológica, observa-se o Granito Mucambo (Cymu) que forma uma auréola de termometamorfitos (Etm) típicos *hornfels*, caracterizados pela associação cordierita muscovita-biotita e oligoclásio. Na parte superior da figura assomam diques de rochas ácidas e básicas associadas ao Granito Meruoca (Cym) e ao Vulcanismo Parapuí (Cpa). Todo esse conjunto de rochas ocorre associado estruturalmente ao Graben de Jaibaras. Imagem SLAR obtida em 1972 — RADAMBRASIL — Folha SA.24-Y-C. Escala aproximada 1:250.000.





Qc - Colúvio	Epa - Vulcanismo Parapu	Contato, tracejado onde inferido	Fratura
SDsg - Formação Serra Grande	Euf - Form. Frecheirinha	Falha, tracejado onde inferida	Alinhamento - delineação de estrutura, traço de camada
COj - Formação Aprozível	Euc - Form. Caçaras	Falha Normal - Bloco Alto	Dique
COjp - Formação Pacujá	Etm - Form. Trapiá	Falha de empurrao	
E7mu - Granito Mucambo	E7m - Termometamorfitos		
E7m - Granito Meruoca	pEn - Complexo Nordestino		

Fig. 1.16 — Graben de Jaibaras. Discordância angular-erosiva da Formação Serra Grande com os Grupos Ubajara e Jaibaras. Granito intrusivo Mucambo formando uma aureola de termometamorfitos, com litologias do Grupo Ubajara. Escala 1:250.000. Folha SA.24-Y-C.



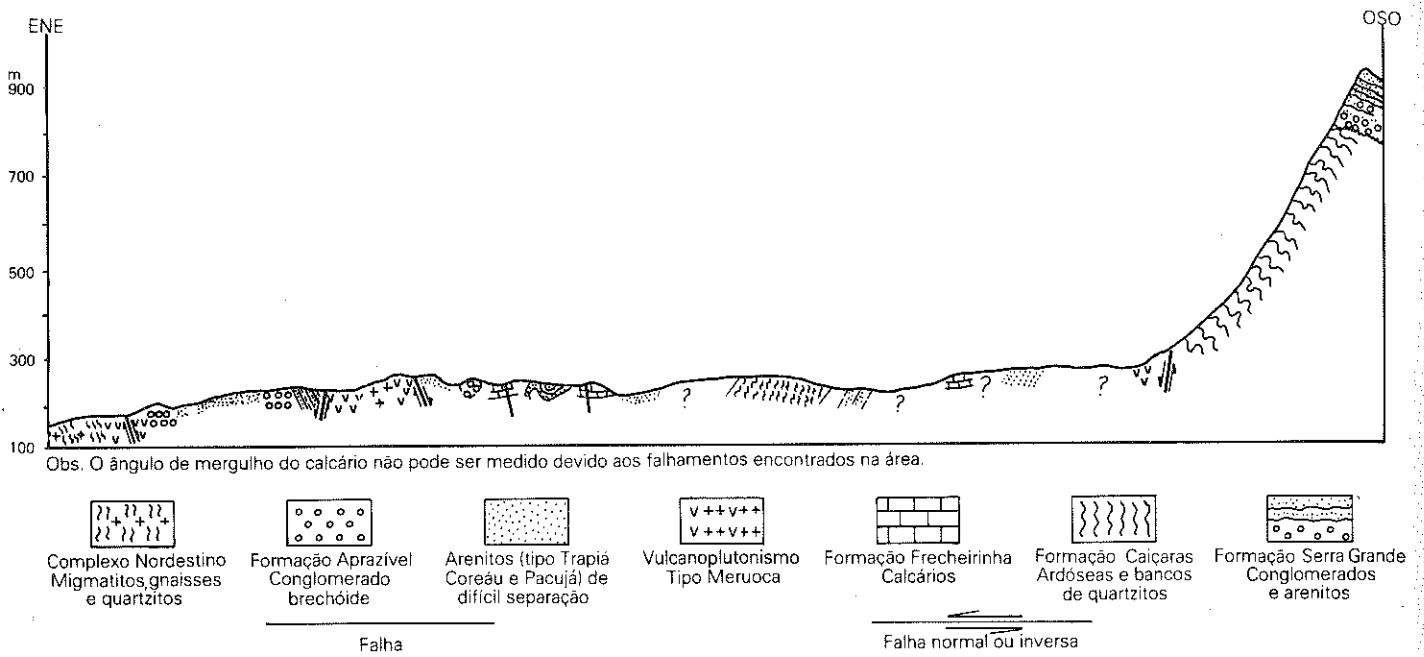


Fig. 1.17 - Perfil geológico esquemático (Sobral-Tianguá).

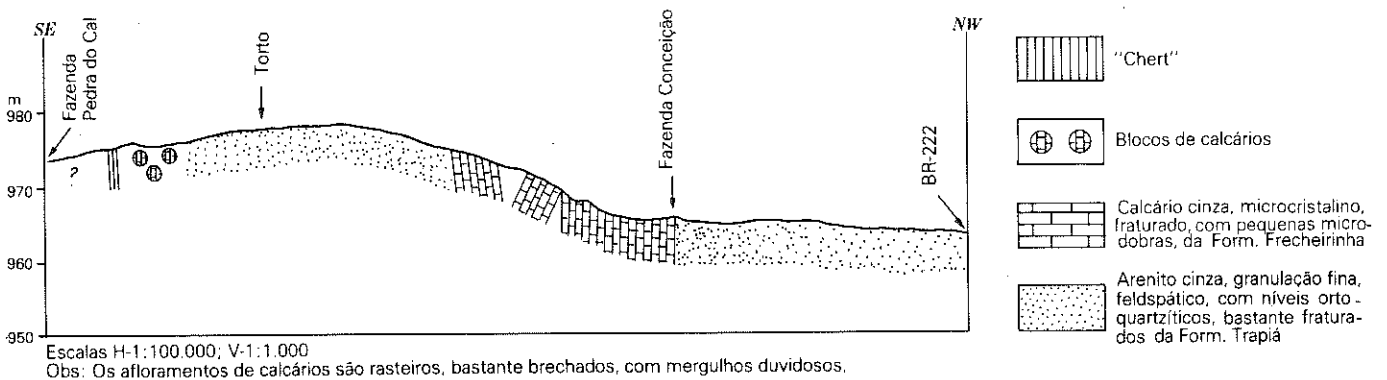


Fig. 1.18 - Perfil geológico esquemático (Fazenda Pedra do Cal).

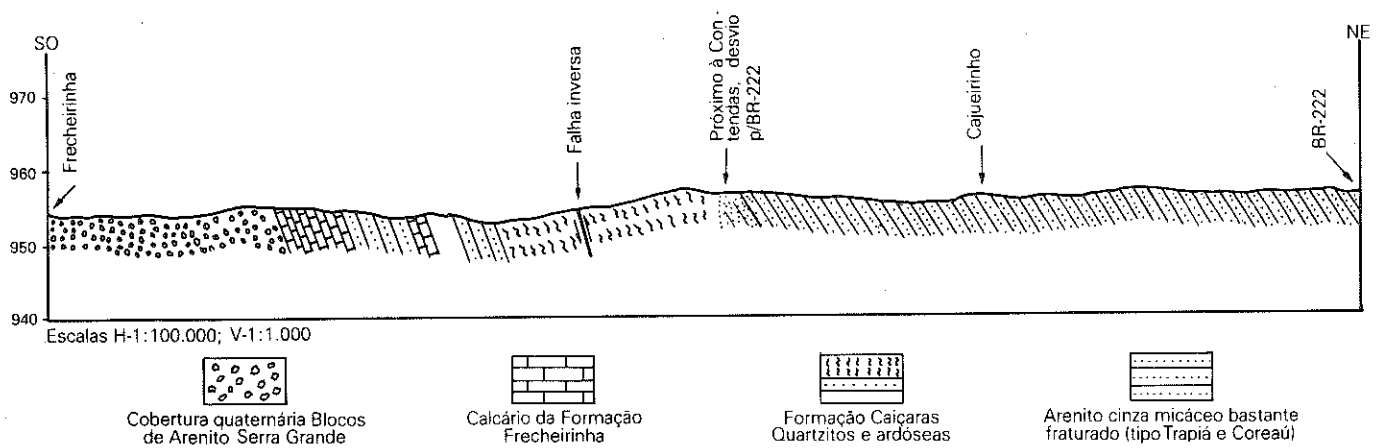


Fig. 1.19 - Perfil geológico esquemático (Frecheirinha-Contendas-BR-222).

TABELA 1.XIX  
Grupo Ubajara

	FORMAÇÃO TRAPIÁ	FORMAÇÃO CAIÇARAS	FORMAÇÃO FRECHEIRINHA
AMOSTRAS	212-DN-42 SA-24-Y-C	212-DN-13 SA-24-Y-C	212-DN-39 SA-24-Y-C
MINERAIS %			
Quartzo		11.5	
Micas		33.1	
Areia	32.0		
Areia (terrigenos)			6.0
Silte	46.0		
Argila	22.0		
Argila ferruginosa		55.4	
Aloquímicos (oolito)			48.5
Cimento espático			45.5

(32.0): Presença do mineral com percentagem determinada.

vaca, com grãos subangulosos até subarredondados, compostos de quartzo e fragmentos de rocha. Os contatos entre os grãos são côncavo-convexos e suturados, encontrando-se ainda algumas concentrações de uma matriz argilo-ferruginosa; não existem crescimentos em continuidade ótica, porém já havendo vestígios de dissolução de sílica. Muitos grãos são quebrados, possivelmente devido ao fraturamento posterior. A diagênese desses arenitos encontra-se na fase locamórfica, com bastante litificação".

As fácies dos arenitos finos da Formação Trapiá apresentam-se segundo Costa *et alii* (1973) com textura clástica granular com orientação incipiente. São rochas de granulação fina, uniforme, constituídas de grãos de quartzo mostrando extinção ondulante, recristalização e denteamento dos grãos. Os interstícios são preenchidos por matriz pelítica constituída por filossilicatos, às vezes com ligeira orientação, além de quartzo fino.

#### a) Termometamorfitos

A borda ocidental do Granito Mucambo é limitada por uma faixa contínua de *hornfels*, oriundos dos efeitos térmicos do Granito Mucambo, sobre as Formações Trapiá e Frecheirinha.

São rochas de coloração cinza-escuro e preta, com granulação afanítica, bastante duras, exibindo fratura subconchoidal. Segundo Costa *et alii* (1973), ao microscópio exibem textura granoblástica e são constituídas essencialmente por quartzo, albita, clorita, muscovita, epidoto e opacos. A matriz quartzo-feldspática forma um mosaico não orientado onde se distribuem elementos esqueléticos de biotita. Os termos mais metamórficos são caracterizados pela associação cordierita-muscovita-biotita-oligoclásio.

Os autores acima mencionados citam que: "Distingue-se nos termometamorfitos da Formação Trapiá o desenvolvimento da fácies albita-epidoto-*hornfels* (Winkler, *op. cit.*), nas zonas médias e exteriores da auréola metamórfica, caracterizada pela associação típica quartzo-albita-clorita-muscovita-biotita-epidoto, passando o grau metamórfico no contato imediato com granito para a fácies cordierita-muscovita-biotita-oligoclásio".

A análise de uma amostra revelou as seguintes características microscópicas: granulação fina, homogênea interrompida por áreas irregulares e vênulas de granulação mais grosseira. Mineralogicamente está representada por grãos arredondados e ovóides de cordierita e quartzo. Na porção mais grosseira observa-se uma

segregação que individualiza áreas em que predomina o quartzo e áreas em que a cordierita é mais abundante. Nas porções onde a granulação é mais fina predomina a cordierita, com o quartzo distribuído regularmente. Os grãos de cordierita e quartzo estão unidos por uma mesóstase biotítica em lamelas pequenas fortemente pleocróicas às vezes com turmalinização incipiente. Os grãos de cordierita são completamente invadidos por inúmeras inclusões minúsculas de biotita, turmalina geralmente automórfos, quartzo gótico e apatita em pequenos grãos arredondados. O quartzo aparece límpido ou com inclusões de opaco preto em agregados cristalinos automórficos. Opaco ocorre também disseminado em cristais automórficos.

#### E) Formação Caiçaras

##### I. Generalidades

Essa unidade litoestratigráfica inclui um conjunto litológico formado por ardósias com bancos de quartzitos intercalados, correspondendo em parte à seqüência de rochas individualizadas por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), incluídas no então proposto Membro Trapiá.

Nos esquemas propostos por Danni (1968-1972), as ardósias castanho-avermelhadas, que contêm em sua porção superior um pacote de quartzitos de aproximadamente 20 m de espessura, foram consideradas como parte basal da então proposta "Série Bambuí", ou posteriormente "Grupo Bambuí".

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) individualizam pela primeira vez ardósias com intercalações de quartzitos que ocorrem na rodovia BR-222 entre Ubaúna e o riacho Siriema, como uma unidade litoestratigráfica sob a denominação de Formação Caiçaras.

Costa *et alii* (1973), observando as incoerências sob o ponto de vista estratigráfico, dizem: "Conservamos neste trabalho a denominação Formação Caiçaras adotada por aqueles autores, redefinindo a unidade mormente em seus aspectos tectônicos e estratigráficos. Em seu novo conceito, esta unidade sotopõe-se aos calcários da Formação Frecheirinha, portanto em posição inversa daquela sugerida por Mabesoone Beurlen e Rand (*op. cit.*), e apresenta contatos transicionais com os arenitos sílticos e quartzitos da Formação Trapiá e com os calcários referidos".

Neste trabalho definiu-se a Formação Caiçaras no mesmo sentido em que foi proposta por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) e por Costa *et alii* (1973), guardando entretanto certas reservas quanto a sua ordem estratigráfica com relação às Formações Trapiá e Frecheirinha.

##### II. Posição estratigráfica

As ardósias com bancos de quartzitos intercalados que ocorrem com suas melhores exposições no trecho da rodovia BR-222 apresentam-se estratigraficamente de forma semelhante aos arenitos da Formação Trapiá, guardando as mesmas características observadas para os arenitos, principalmente nas áreas do extremo nordeste, região de Ubaúna, onde essa unidade passa para os calcários e arenitos por contatos bruscos.

Já na faixa mais a sudoeste sobrepõe-se aos calcários da Formação Frecheirinha e arenitos da Formação Pacujá por falha, do tipo inversa bem como aos arenitos da Formação Trapiá que formam a serra de Penanduba.

Como no caso anteriormente analisado para a Formação Trapiá, achamos bastante difícil precisar e ordenar a sua posição estratigráfica com relação às Formações Frecheirinha e Trapiá, ao nível de conhecimentos atuais, baseados apenas em dados de geologia de superfície.

##### III. Distribuição na área

A Formação Caiçaras distribui-se ao longo de uma estreita faixa, na direção nordeste ocupando a área central da Bacia de Jaibaras.

Vai desde o sopé da escarpa da serra da Ibiapaba onde é recoberta pelos sedimentos da Sinéclise do Parnaíba até as proximidades da região de Ubaúna onde inflete na direção noroeste até o povoado Penanduba.

#### IV. Petrografia

Litologicamente é constituída por ardósias de cores variadas, bastante físeis, facilmente desagregáveis em placas paralelas à direção da clivagem ardosiana. Ocorrem bancos de ortoquartzitos sub-bordinados. As ardósias apresentam colorações arroxeadas, avermelhadas, cinza-esverdeadas e amarronzadas com manchas esbranquiçadas, dispostas segundo a direção da clivagem. Apresentam aspecto sedoso, sendo a composição de natureza síltico-argilosa.

Microscopicamente a análise da amostra, 212-DN-13, revelou as seguintes características (Tab. 1.XIX): o mosaico está constituído por grãos maiores de quartzo, freqüentemente alongados e angulares, dispostos numa faixa paralela ao acamamento dos constituintes, os quais são representados por material argilo-ferruginoso com quantidade apreciável de mica em pequenas palhetas (ilita) e grãos pequenos de quartzo. A alternância de leitos claros e escuros é bem observável. Os leitos escuros são predominantes e de aspecto pulverulento, na massa argilosa submicroscópica estão dispostas orientadamente algumas lamelas de ilita e grânulos de quartzo. Essa massa argilosa encontra-se impregnada por grande percentagem de hidróxido de ferro. Os leitos claros são constituídos por uma matriz fina microlepidoblástica de ilita, salpicada por grãos pequenos angulosos de quartzo e pontuações de hidróxido de ferro.

Os quartzitos apresentam-se em bancos lenticulares, com espessura variando de 10 a 20 m, bastante fraturados, freqüentemente na base da formação.

#### F) Formação Frecheirinha

##### I. Generalidades

Coube a Williams (*op. cit.*) a primeira referência sobre a presença de calcários no noroeste do Ceará, comparando-os a "Série São Francisco—Bambuí".

Oliveira & Leonardos (*op. cit.*) adotam a mesma correlação sugerida por Williams (*op. cit.*) para os calcários cinza-escuro assinalados entre Sobral e Tianguá, equiparando-os com certa reserva à "Série Bambuí".

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) propõem a designação Formação Bambuí para os calcários pretos que ocorrem na região de Frecheirinha, posicionando-os estratigraficamente acima da então proposta Formação Jaibaras.

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) elevam a Formação Bambuí originalmente definida por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) à categoria de grupo, posicionando-o abaixo do Grupo Jaibaras. Essa proposição também foi apresentada por Danni (1972) para englobar uma seqüência de rochas com ardósias na base passando para um pacote de quartzitos, metassiltitos e margas, com transi-

ções para calcários e freqüentes intercalações argilosas bem expostas nas imediações da cidade de Frecheirinha.

Costa *et alii* (1973) apresentam uma nova concepção estratigráfica para os calcários da região de Frecheirinha, mostrando de forma clara a aplicação e uso indevido de um mesmo topônimo para caracterizar unidades litoestratigráficas distintas, reportando-se assim: "A manutenção da denominação "Formação Bambuí", pertencente ao grupo do mesmo nome (Mabesoone, Beurlen e Coelho, *op. cit.*), além de confusa é incorreta do ponto de vista do código de nomenclatura estratigráfica, aqui adotada. Desta forma, propõe-se a designação de Formação Frecheirinha para a unidade do Grupo Bambuí, litologicamente constituída por calcários pretos e azulados com eventuais horizontes margosos intercalados, e com área típica de ocorrência em torno da cidade de Frecheirinha, que empresta seu nome à formação".

Essa unidade litoestratigráfica será tratada também neste relatório, no mesmo sentido em que foi proposta e definida por Costa *et alii* (1973), porém com restrições mormente sob o ponto de vista de ordem estratigráfica.

##### II. Posição estratigráfica

Os calcários da Formação Frecheirinha distribuem-se em faixas irregulares, apresentando contatos essencialmente de caráter brusco, com eventuais contatos tectônicos, como por exemplo ao longo da falha que passa pelo lugarejo de Caiçara de Cima, onde as ardósias da Formação Caiçaras sobrepõem-se aos calcários por falha do tipo inversa.

Por se tratar de uma unidade litoestratigráfica caracterizada maiormente por contatos bruscos ou tectônicos, observados ao longo dos limites com as demais unidades litoestratigráficas mapeadas, torna-se difícil estabelecer a sua ordem estratigráfica com relação às Formações Caiçaras e Trapiá. Este fato é extensivo à Formação Pacujá, em suas áreas de ocorrências ao longo do trecho da rodovia CE-71, e na região a oeste da gruta de Ubajara.

Em vários perfis realizados seccionando essa formação (Fig. 1.20) observou-se nos afloramentos o desenvolvimento sempre acentuado de zonas brechadas, com intenso fraturamento, que condicionam mergulhos subverticais, tornando-se bastante difícil uma reconstrução de uma estruturação em dobras, com seqüência de anticlinais e sinclinais para essa unidade litoestratigráfica, conforme foram assinalados ao longo do rio Coreaú e na região de Frecheirinha por Costa *et alii* (1973).

##### III. Distribuição na área

A Formação Frecheirinha distribui-se em uma faixa descontínua indo desde o sopé da escarpa da serra da Ibiapaba na região da gruta de Ubajara, e ao longo do vale do riacho Siriema até o extremo noroeste da serra do Penanduba. Entre Ubaúna e Aprazível, ocorre em faixas irregulares, desde a borda nordeste do batólito granítico de Mucambo, infletindo na direção norte, margeando a rodovia CE-71, no trecho Aprazível—Aroeira, caracterizando-se em toda sua extensão por um relevo aplainado.

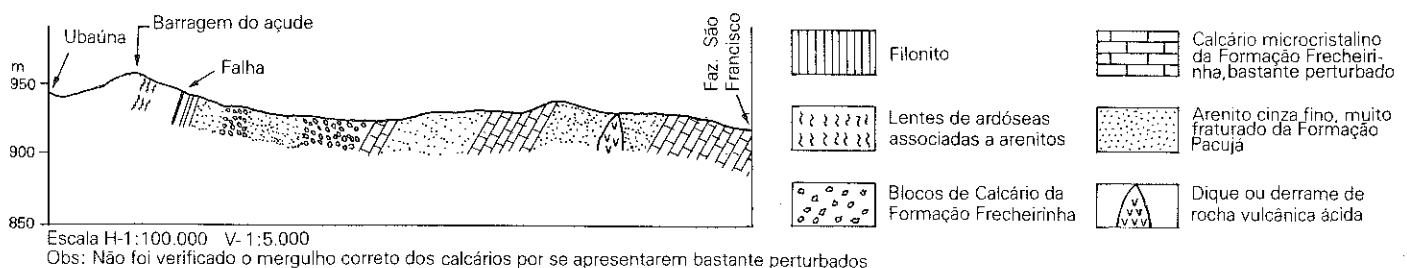


Fig. 1.20 - Perfil geológico esquemático (Ubaúna-Fazenda São Francisco)

#### IV. Petrografia

Encontra-se melhor exposta na área de Frecheirinha, na gruta de Ubajara na encosta da serra da Ibiapaba, e ao longo das rodovias BR-222 e CE-71.

Litologicamente está representada por calcários de coloração cinza-esbranquiçado, cinza, cinza-azulado e preta. A granulação quase sempre é afanítica, com porções individualizadas de calcita recristalizada, geralmente de cor branca. São rochas maciças, bastante duras, exibindo em certas amostras resquícios muito incipientes da estratificação. Vênulas e finas fraturas preenchidas por calcita esbranquiçada a branca são observadas em alguns exemplares. Níveis margosos dolomíticos e grafitosos ocorrem esporadicamente.

A análise microscópica com auxílio do difratograma de raios X de uma amostra 212-DN-39 revelou as seguintes características (Tab. 1.XIX): a rocha constitui-se predominantemente por calcita, seguida de dolomita e alguns intraclastos de quartzo. Oólitos são formados por deposição de calcário micrítico ao redor de núcleos de calcita espática. Algumas formas lembram carapaças de ostra-códios.

Os oólitos e os intraclastos arredondados de quartzo são unidos por cimento de calcário espático, muitas vezes mais grosseiros que os núcleos dos oólitos.

##### 1.1.2.1.5 — Vulcanismo Parapuí

###### A) Generalidades

Oliveira & Leonardos (*op. cit.*) foram os primeiros a descrever as ocorrências de rochas vulcânicas que segundo eles "formam derrames ácidos e básicos que se sobrepõem ao Granito Meruoca e que estão sotopostos a conglomerados que passam para arenitos, seguidos de folhelhos, calcários e novamente folhelhos". Essas rochas foram agrupadas sob a denominação de "Série Jaibaras".

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) referem-se genericamente a rochas eruptivas de vários tipos que atravessam as formações da Bacia de Jaibaras, em forma de diques e derrames, constituídas petrograficamente de "quartzo porfirítico, espilitos e diabásios". Descreve ainda essa seqüência vulcânica sob o ponto de vista tectônico assim: "A esse tipo tectônico corresponde o magmatismo da bacia. Possivelmente, já durante a sedimentação, porém com certeza depois do dobramento, formaram-se diques de rochas ácidas e intermediárias e derrames de rochas básicas. Este magmatismo, no máximo, podia ser considerado como subsequente à orogênese pré-cambriana; porém, achamos mais razoável compará-lo com o magmatismo, que se encontra, com certa regularidade, em bacias de caráter parageossinclinal, que não oferecem a seqüência do magmatismo inicial, sinorogênico e subsequente, representativa para os ortogeossinclinais".

Cobra (1963) descreve uma seqüência de rochas básicas subvulcânicas, andesitos e riolitos, colocando-as de idade eopaleozóica siluriana, como pertencentes ao que por ele foi denominado de "Série Jaibaras".

Winge (*op. cit.*) agrupa os derrames subvulcânicos principalmente do tipo andesito, como uma unidade litoestratigráfica que ele designou de "Subgrupo Médio" de idade eocambriana, reportando-se assim: "É possível que esta fase efusiva seja a culminância do processo magmático iniciado com a intrusão do Maciço Granítico de Meruoca".

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) e posteriormente Danni (1972) agruparam a seqüência de rochas vulcânicas que ocorrem na Bacia de Jaibaras, como sendo do Cambriano Médio e Ordoviciano respectivamente, posicionando-as em suas colunas estratigráficas como sendo pós-Granito Meruoca e pré-Formação Aprazível.

Costa *et alii* (1973) apresentam uma excelente análise sobre essa associação vulcanoplutônica caracterizando-a assim: "Os tra-

balhos do Projeto Jaibaras revelaram a existência de uma complexa 'suite' de rochas vulcânicas, incluindo extensos derrames de lavas, elementos piroclásticos e termos subvulcânicos representados por diques e *sill*. Petrograficamente, correspondem a basaltos, andesitos, dacitos e riolitos, geralmente espilitizados e queratofirizados, além de gabros, diabásios, dacitos e riolitos porfiríticos".

"Todo esse conjunto de rochas vulcânicas foi agrupado em uma unidade litoestratigráfica, para a qual propomos a denominação de Formação Parapuí".

Baseados nas informações adquiridas neste trabalho, os autores propõem a redefinição da Formação Parapuí em seus termos de ordem estratigráfica, e em parte litológicos, aplicando também de forma mais condizente com o nível de conhecimentos, a designação informal de Vulcanismo Parapuí para caracterizar essa complexa associação de rochas vulcânicas.

###### B) Posição estratigráfica

A ocorrência de rochas vulcânicas, subvulcânicas e de corpos intrusivos, intimamente associados ao *Graben* de Jaibaras, representa um problema de difícil solução, maiormente sob o ponto de vista de uma separação litoestratigráfica conforme vem assinalado nos esquemas até então propostos.

Esse conjunto de rochas que forma uma verdadeira "suite" magmática poderá se constituir, ainda que os dados atuais disponíveis sejam insuficientes, em uma provável associação comagmática, incluindo os termos graníticos Meruoca e Mucambo e toda a seqüência vulcânica Parapuí, que ocorre na Bacia de Jaibaras.

As relações de campo observadas em termos dos Granitos Meruoca e Mucambo mostram uma transição textural das partes centrais dos granitos com textura grosseira, e localmente granofírica, para uma granulação fina nos seus bordos, indicando uma íntima associação das massas intrusivas com os termos subvulcânicos. Acrescentem-se ainda as passagens transicionais para rochas vulcânicas que assomam nas áreas adjacentes aos referidos granitos, representadas por riolitos, riolodacitos e andesitos.

Os dados obtidos neste trabalho para as rochas magmáticas que ocorrem na Bacia de Jaibaras revelaram situações geológicas distintas daquelas apresentadas por Costa *et alii* (1973), insinuando uma ordem estratigráfica para o Vulcanismo Parapuí, que o posiciona entre as unidades litoestratigráficas dos Grupos Ubajara e Jaibaras, admitindo-se também a possibilidade de que parte dos conjuntos de rochas mapeadas como representantes do Vulcanismo Parapuí tenha surgido em mais de um evento. Esse fato é muito provável, devido à própria situação geotectônica do *graben* condicionada às várias pulsações e reativações comandadas pelo Lineamento Sobral—Pedro II.

Assim é que Costa *et alii* (1973) descrevem o cortejo de rochas intrusivas nas Formações Pacujá e Massapé que reflete uma condição pós-Jaibaras para essas rochas, com as seguintes características: "As rochas hipoabissais da Formação Parapuí aparecem com destaque, na secção mediana da bacia, de Aprazível para sul, na forma de possantes diques e *sills* de gabros ofiticos, uralitizados ou não. A oeste do povoado de Ariarúis, estas intrusivas adquirem forma grosseiramente elíptica, sugerindo uma estruturação do tipo lopólito. Os corpos intrusivos mapeados cortam invariavelmente as Formações Pacujá e Massapé".

Danni (1972) afirma também que: "a oeste de Pacujá ocorre uma faixa de andesitos com cerca de 1 a 2 km de largura que se estende na direção NE, grosseiramente paralela às faixas vizinhas".

"Estratigraficamente eles repousam sobre a Formação Trapiá. Nesse sentido são encontrados, nas zonas basais do derrame, fragmentos de arenitos, que foram englobados e parcialmente assimilados pela lava, e alguns diques andesíticos alojados nos arenitos".

Entretanto, a poucos quilômetros ao norte de Pacujá, no perfil Sobral—Aprazível, constatou-se uma situação inversa daquela anunciada por Danni (1972), onde no Km 232 da rodovia BR-222 observou-se que nas partes basais dos Arenitos Pacujá, equivalentes da antiga Formação Trapiá, ocorrem lentes de brechas conglomeráticas com seixos de vulcânicas andesíticas e de granito tipo Meruoca, insinuando assim um vulcanismo pré-Jaibaras.

Uma outra condição muito especial é que não se observa uma auréola de metamorfismo de contato das litologias da Formação Pacujá com os granitos Meruoca e Mucambo, bem como dessa unidade litoestratigráfica com os extensos derrames do Vulcanismo Parapuí que formam os serrotes do Madeiro e do Parapuí e de seus termos intrusivos associados, ratificando mais uma vez a condição pré-Jaibaras dos granitos e vulcânicas associadas.

Os dados radiométricos analisados para rochas vulcânicas Parapuí apresentam idade em torno de 500 MA, valor este muito próximo da isócrona obtida para os Granitos Meruoca e Mucambo, cujos resultados possuem significado geológico, como constituindo a provável época de colocação do vulcanoplutonismo que ocorre na Bacia de Jaibaras.

### C) Distribuição na área

As rochas vulcânicas da Formação Parapuí têm suas áreas de ocorrências dominantes na faixa nordeste do *Graben* de Jaibaras. Os mais extensos derrames de lavas mapeados correspondem aos serrotes do Madeiro e de Parapuí. Na região sudeste ocupa áreas marginais a Falha Café—Ipueiras, ocorrendo preferencialmente ao longo da calha do rio Jaibaras e em torno do açude homônimo.

Ocorre também em forma de diques e *sill* no trecho da rodovia BR-222, entre Sobral—Aprazível e na vila Arariús, estando ainda representada nas áreas em torno da serra do Penanduba, cortando as diversas unidades litoestratigráficas do Grupo Ubajara.

Devido a escala de mapeamento, várias das ocorrências dessas vulcânicas não puderam ser mapeadas por ocupar pequenas áreas sendo englobadas pelas unidades litoestratigráficas adjacentes.

### D) Geocronologia

Para o Vulcanismo Parapuí, dispõe-se somente de uma determinação K/Ar. Trata-se de amostra de brecha vulcânica com idade aparente próxima a 440 MA, amostra PV-50-Ce (Tab. 1.XXVI). Duas análises radiométricas K/Ar adicionais em amostras favoráveis, feitas no CPGeo da USP, acusaram idades próximas a 500 MA (Novais, inf. verbal). Estas datações devem ser interpretadas como mais próximas da época do resfriamento do Vulcanismo Parapuí.

### E) Petrografia

Esta unidade litoestratigráfica está constituída de um complexo conjunto de rochas vulcânicas, que inclui extrusões de lava, atividades piroclásticas, termos intrusivos e hipoabissais na forma de *sills* e diques.

Petrograficamente está representada por basaltos, andesitos, dacitos, riolitos, tufos, além de diabásios, gabros, dioritos, sienitos e microgranitos.

Macroscopicamente essas rochas apresentam-se com cores variadas, predominando o cinza-escuro; ainda ocorrem rochas de tonalidades bordô, verde-oliva, vermelho-acastanhado e rosáclaro. Apresentam-se tanto porfírica de matriz afanítica, como totalmente afanítica. As rochas de cor cinza-escuro são geralmente afaníticas, e em certos casos contêm amígdalas preenchidas por calcedônia, clorita ou calcita. São rochas sem orientação textural, cortadas por fraturas, preenchidas por epidoto e carbonato. As rochas de coloração bordô a vermelho-amarronzado são de textura porfírica e estrutura amígdaloide, os pórfiros estão representados por finos prismas de tamanho médio de 5 mm e cores variando

de branco a róseo, dispostos aleatoriamente no interior da matriz afanítica. Dentro das amígdalas encontram-se clorita, sílica, carbonato e epidoto. Ocorre também uma rocha de tonalidade rósea, granulação fina, constituída de quartzo e feldspato, exibindo textura sacaroidal. Como última variedade coletada, cita-se uma rocha de tonalidade marrom-arroxeadas, bastante fraturada preenchida por óxido de manganês. A rocha apresenta um aspecto escuriáceo, não permitindo a identificação dos minerais. Na lâmina, esta foi determinada como um tufo lítico. Em quatro lâminas descritas (Tab. 1.XX) foram identificadas as seguintes fácies vulcânicas: andesito amígdaloide, dacito e tufo lítico.

### I. Andesito amígdaloide

Na lâmina delgada, constitui-se de uma mesóstase submicroscópica, incluindo plagioclásio disforme, bastante contaminado por óxido de ferro e carbonato. Formam prismas alongados de andesina, de aspecto serial, podendo atingir até 4 mm, nesse último caso a matriz exhibe-se porfírica, o que é reforçado pela presença de inúmeras amígdalas, contendo epidoto, calcita e clorita (clinocloro no centro e penina nos bordos), carbonato no centro e penina nos bordos, carbonato e epidoto (pistacita). Além de preencher vesículas, estes minerais secundários são encontrados pseudomorfizando formas cristalinas que ora lembram olivinas, ora piroxênios, mas que estão totalmente substituídas por hidróxido de ferro e clorita.

### II. Dacito

Em lâmina delgada a rocha exhibe um mosaico heterogranular alotriomorfo, constituído por grãos arredondados de quartzo, clastos de oligoclásio, às vezes bastante argilizados. Os grãos apresentam contatos suturados. Pode estar presente a hornblenda verde. Como acessórios ocorrem opacos, representados por grãos automorfos de pirita, titanita e epidoto. Os minerais de granulação mais desenvolvida que são o quartzo, feldspato e hornblenda estão unidos por uma matriz formada por quartzo, opaco preto, biotita fina, titanita, plagioclásio argilizado e hornblenda.

### III. Tufo lítico

Na lâmina delgada a rocha exhibe um mosaico, formado por um aglomerado vulcanoclástico, composto por fragmentos de rocha unidos por uma matriz hidromicácea. Os clastos de rocha permitem observar restos de textura ígnea vulcânica, contendo restos de quartzo e feldspato euédrico. Os fragmentos estão dispostos desordenadamente, seu tamanho médio é inferior a 4 mm. Mais raramente encontram-se fragmentos de feldspato potássico com forma aproximadamente euédrica. A matriz constitui-se de material hidromicáceo submicroscópico.

### IV. Dioritos e sienitos

Recentemente Costa, Torres e Mascarenhas (1978) descreveram também a ocorrência de corpos dioríticos e sieníticos intrusivos na Formação Pacujá com as seguintes características: "a) Dioritos — Estão presentes nas fazendas Urubu (principalmente), Campina e parte centro-oeste da fazenda Paissandu, onde formam corpos, em geral alongados, 'encaixados' em rochas vulcânicas ou nos sedimentos da Formação Pacujá. Apenas na ocorrência da fazenda Paissandu, a morfologia destas rochas apresenta-se diferente, parecendo constituir um *stock*, posicionado no contato andesitos-arenitos. Praticamente inexistem afloramentos de dioritos, de modo que são caracterizados em superfície por um solo argiloso espesso, cinza-escuro a preto, onde se encontram blocos dispersos parcialmente intemperizados. Na fazenda Urubu, estes corpos acham-se seccionados pela Falha Café—Ipueiras e estruturas subsidiárias, resultando no desenvolvimento de brechas cimentadas



TABELA 1.XX  
Vulcanismo Parapuí

AMOSTRAS MINERAIS %	SISTEMA FILONEANO ASSOCIADO										
	212-DN-07 SA.24-Y-D	212-DN-09 SA.24-Y-D	212-DN-60 SA.24-Y-D	251-DN-61 SA.24-Y-D	282-AG-DN-125 SA.24-Y-C	251-DN-86 SA.24-Y-C	264-AG-78 SA.24-Y-C	284-AG-79 SA.24-Y-C	212-DN-10 SA.24-Y-D		
Quartzo		44.4	6.5	31.7	x	10.9	x	x		5.5	
Feldspato alcalino					x		x	x			
Anortoclásio										31.0	
Plagioclásio	42.3	25.0	60.0	49.4		15.1	x	x		0.5	
Biotita		1.0									
Micas			9.9								
Hidromicas						45.8					
Hornblenda		13.2									
Anfibólio			18.3								
Alanita							x				
Epidoto	2.5		0.7								
Opacos		9.4	2.2	18.1	x	19.0	x			6.0	
Zircão							x	x			
Argilo-minerais					x		x				
Calcita										3.0	
Carbonatos	4.6					7.9	x	x			
Hidróxido de ferro	35.2				x						
Clorita	15.4		13.7				x			21.0	
Sericita								x			
Criptocristalinos										32.0	
Argamassa			9.5								
Acessórios		7.0	0.2	0.8	x	1.3				1.0	

(4,6): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

por carbonatos, sílica e epidoto, em cujos blocos, especialmente próximo às zonas de cisalhamento, podem ser encontradas impregnações de malaquita e relictos de calcopirita. Os dioritos possuem cor escura, granulação variando de média a grossa, compacta, às vezes ligeiramente metamorfizados. Frequentemente encontram-se cortados por finos veios de epidoto, calcita ou clorita. b) Sienitos — Foram determinados durante o mapeamento geológico, e trata-se de dois corpos alongados na direção NE-SO, situado na fazenda Campina. Condiciona a formação de um solo argiloso de cor creme a ligeiramente acinzentado e vegetação rala e rasteira encontrando-se 'encaixados' parcialmente nos arenitos da Formação Pacujá e em dioritos."

## V. Classificação para rochas vulcânicas Parapuí

Costa *et alii* (1973) citam um generalizado processo de espilitização e queratofirização, atuando de maneira mais ou menos intensa sobre a suíte vulcânica Parapuí, acompanhada de intensa ação hidrotermal. Segundo aqueles autores o derrame apresenta caráter policíclico, onde os corpos riolíticos cortam nitidamente os derrames espiliticos e andesíticos, caracterizando uma *mise en place* tardia em relação às extrusões de basaltos e andesitos.

Descrevem ainda a partir do estudo de 70 lâminas petrográficas que o Vulcanismo Parapuí constitui uma típica "Província Petrográfica", no sentido de Turner & Verhoogen (*op. cit.*) com variações do pólo mais básico representados por basaltos e diabásios até o pólo mais ácido, representado por riolitos.

A associação petrográfica observada do tipo basalto-andesito-dacito-riolito enquadra o magmatismo desta província na série subalcalina (calcoalcalina, *lato sensu*), classicamente designada de Série Pacífica, Alsac, *apud* Costa *et alii* (1973).

A inexistência de uma terminologia corrente para as rochas eruptivas, que atendessem às necessidades descritas para os tipos petrográficos complexos do Vulcanismo Parapuí, levou Costa *et alii* (1973) a adotarem a classificação sugerida, para a série espilitico-queratofira dos Vosges, acompanhada de modificações específicas para as rochas em questão em função de características peculiares à série vulcânica Parapuí.

Uma outra classificação também foi adotada por aqueles autores assim reportada: "a) Rochas albitizadas do Complexo espilito-queratofiro, denominadas "albitofíricas", compostas quase exclusivamente de tipos efusivos. b) Rochas vulcânicas e subvulcânicas 'normais' incluindo diabásios, gabros, dacitos, riolitos, dacitos, riolitos quartzo-monzonito e microgranitos. As rochas vulcânicas classificadas 'normais', apesar de conservarem basicamente sua composição e textura primária, exibem freqüentes fenômenos de uralitização, epidotização, cloritização, carbonatização e sericitização".

Na Tabela 1.XXI são apresentadas as correspondências das fácies vulcânicas normais e das fácies albitofíricas, sugeridas por Jung & Brousse (1959), classificação esta adotada para as vulcânicas Parapuí por Costa *et alii* (1973).

## VI. Caracterização das fácies petrográficas

A caracterização maior do Vulcanismo Parapuí e que o diferencia de outras formações vulcânicas do Brasil é o extensivo desenvolvimento de lavas do tipo espilito-queratofiro (Costa *et alii*, 1973), onde predominam os tipos básicos e intermediários, respectivamente basaltos e andesitos espilitizados, com a seguinte constituição mineralógica básica: albita-clorita-epidoto-tremolita-actinolita e calcita.

Comentam ainda que são freqüentes tipos transicionais de basaltos e andesito normais, para espilito, que conservam relictos de plagioclásio variedade andesina/labradorita envolvidos por albita, evidenciando a natureza metassomática da espilitização. É notória a ausência de clinopiroxênio (augita) nos espilitos, o que sugere a atuação de processos de alteração tardios, não relacionados a espilitização (Fonteilles & Battey, *apud* Costa *et alii*, 1973).

TABELA 1.XXI  
Correspondência das fácies vulcânicas normais e albitofíricas de Jung & Brousse (1959)

ROCHAS ERUPTIVAS NORMAIS	ROCHAS ALBITOFÍRICAS
Riolitos porfíricos	Riolitos parcialmente queratofirizados
Quartzo-sienitos	
Riodacitos porfíricos	
Gabros ofíticos c/ou sem olivina	
Dacitos porfíricos	Espilitos (Basaltos e andesitos vitrofíricos albitizados)
Dacitos normais	
Andesitos normais	Brechas e aglomerados espilitizados
Brechas poligênicas	
Brechas monogênicas	

Outra característica importante dos espilitos do Vulcanismo Parapuí é a perfeita conservação das texturas de cristalização magmática, principalmente dos feldspatos, sem efeitos de corrosão ou crescimento dos elementos originais. Este fato é indicativo da substituição Ca/Na molécula a molécula nos plagioclásios, sem variação de volume, sendo uma característica típica de certas associações espiliticas (Gilluly *apud* Costa *et alii*, 1973).

Costa *et alii* (1973) descrevem ainda que os termos ácidos da associação espilito-queratófira da Bacia de Jaibas são pouco desenvolvidos, e o processo de sodificação dos dacitos e riolitos foi incompleto, caracterizando-se petrograficamente pela albitização parcial do K-feldspato de alguns riolitos. A mineralogia essencial constitui-se de ortoclásio-sanidina-albita-epídoto. Estes tipos foram classificados como riolitos parcialmente queratofirizados.

#### VII. Discussão sobre o emprego e uso do termo espilito-queratófiro

No tocante as rochas que representam a "suíte" vulcânica Parapuí, as quais foram classificadas por Costa *et alii* (1973) como espilitos-queratófiros, cabe aqui uma discussão sobre utilização dessa nomenclatura, assim como o fizeram Dreher & Araújo (1976), para as rochas da região do igarapé Capanauá na Folha SB. 18 e parte da Folha SC. 18.

Moorhouse (1959, p. 210) refere-se: "Quartz Keratophyre is a term for alkalic rhyolite that recent usage tends to restrict to sodic rocks often found in spilitic association".

Jung & Brousse (1959) consideram que os quartzo-queratófiros pertencem a fácies "Albitophyrique" da fácies Paleovulcânica.

Johannsen (1969, p. 67) diz: "this term was applied by von Gumbel originally to rocks containing both orthoclase and plagioclase, but later it was used essentially for the alkalic-rhyolitic of pre-Tertiary age. They are rhyolites, whose difference in appearance is due simply to their greater age and to the consequent devitrification, albitization, and other alteration they have undergone".

Hatch, Wells e Wells (1972) consideraram que: "Quartz-Keratophyre is a type of soda rhyolite, and a member of the spilitic suite"; estes autores vão mais além quando dizem (p. 383): "A point we must emphasize is one that is liable to be overlooked: the terms Keratophyre and quartz-Keratophyre are not synonymous with sodic intermediate lavas (soda-trachyte) and sodic Acid lavas (sodarhyolites) respectively. Among Na-trachytes, for example, one type is appropriately termed Keratophyre, but there are other types are definitely not Keratophyre. To be entitled, so to speak, to the name Keratophyre, an albite-trachyte must be associated with other members of the spilitic suite in the right kind of environment".

Amstutz (1974, p. 1-2) apresenta um histórico sobre as rochas espiliticas e queratófiras, assim se expressando: "The history of the spilitic problem started when Brogniard first introduced the term through his 1827 compendium on rock terms. Then and until the end of the nineteenth century, the term spilitic was largely a field term for aphanitic albite-chlorite or albite-hematite-quartz rocks, often with carbonate amygdules or veinlets. After about 1910-1915, especially after Benson's work, enough microscopic and field work was done to recognize that a group of basaltic rocks contained albite as a main constituent and had to be separated from normal basalts for textural and compositional reasons: texturally, spilites and keratophyres displayed primary differentiation features (along flow lines, breccias, etc.) which could not be considered secondary products. Mineralogically, the albite-chlorite or albite-hematite groupings with or without calcite coincided so well with the primary flow lines, etc. that secondary processes could not be brought in as useful analogues of formation. The coincidence of primary fabrics such as those listed in Table II of Amstutz (1968), especially flow lines, lava diklets, breccia matrices and amygdules with strong mineralogical differences does not allow the construction of sound hypothesis of secondary formation. On the other hand, some "spilitic rocks" display clear pseudomorphs of the main constituent-plagioclase and a secondary origin is ob-

vious. Pseudomorphs of early constituents such as olivine, are inconclusive since they can form deuterically or even hydromagmatically — the latter term designating those parts of magmas and those processes, in which the presence of accumulated water determined the trend of crystallizations".

Vallance (1974) enquadra as proposições genéticas dos espilitos em dois grupos maiores: o primeiro grupo considera os espilitos como rochas derivadas de cristalização de fusões magmáticas e o segundo grupo trata os espilitos como rochas formadas por ajustamento de minerais em materiais já resfriados.

Parwardham & Bandhari (1974) apresentam a associação mineralógica de Mandi como típica dos espilitos e rochas espiliticas. O critério genético essencial baseou-se nos estudos de petrofabrica.

Os autores mencionados apresentam outros dados importantes: em primeiro lugar, o conteúdo rico em Na não necessita ser visto como um aumento no conteúdo de Na do magma (Nicholl, *apud* Parwardham & Bandhari, *op. cit.*), devido a tais rochas estarem representando somente partes diferenciadas. Conseqüentemente, não é necessário, na opinião dos mesmos autores, fixar o limite inferior do conteúdo de Na para definir espilitos. Fida *apud* Parwardham & Bandhari (*op. cit.*) estimou este conteúdo de sódio em 4%. Os *pillows* espiliticos apresentam teores médio de Na de 2,8% no bordo e teor de 4,3% no núcleo. Esta diferença no conteúdo sódico dificilmente é produzida de outra forma, que não pela diferenciação. Assim, parece lógico referir-se aos espilitos como porções primárias, diferenciadas de um magma básico, talvez um basalto normal, o que possa potencialmente tornar as rochas mais ricas em feldspato sódico. A grande estabilidade dos piroxênios, a cristalização primária da albita, ou igualmente a presença de clorita primária e carbonato podem ser referidas como características dos espilitos.

Parwardham & Bandhari (*op. cit.*) concluem que o mineral albite e conseqüentemente o teor de Na dos espilitos de Mandi são primários. A albita, augita e uma parte da clorita mostram uma petrofabrica primária congruente. Concluem ainda que as rochas básicas que passam a ter composições espiliticas, através de um processo pós-magmático, talvez possam ser referidas como metabasaltos, propilitos etc., sendo denominações que descrevem mais adequadamente a sua origem real e sua composição.

Piirainen & Rouhunkoski (1974), descrevendo intrusões de rochas espiliticas da Finlândia com até 1 km de espessura, constataram que as mesmas exibem uma série de diferenciações, desde ultrabásicas, principalmente rochas contendo hornblenda e albita, até rochas em que o predomínio é da albita. Um exame da composição química nas diferentes partes da intrusiva revela que o Ca é abundante na parte inferior, nas rochas ultrabásicas, e o predomínio do Na sobre o Ca se dá na parte superior da intrusão. Ainda segundo aqueles autores, duas teorias têm sido apresentadas como uma possível explicação para a formação dos espilitos. De acordo com a primeira, eles são basaltos "cozidos" em uma solução sódica (Eskola, *apud* Piirainen & Rouhunkoski, *op. cit.*). Já a segunda teoria presume que são rochas magmáticas primárias (Merikainen *apud* Piirainen & Rouhunkoski, *op. cit.*).

Hyndman (1972) descreve algumas características apresentadas pelas seqüências espilito-queratófiras. Formam derrames do tipo "pillow-lava" geralmente. Estas lavas fortemente sódicas são muito desenvolvidas no ambiente oceânico de "eugeossinclinal" junto com seções espessas de grauvas. Os membros máficos da associação são os espilitos, isto é, "basaltos" sódicos. Os membros félsicos são os queratófiros, isto é, "andesitos" e "dacitos" sódicos. Eles se constituem de lavas submarinas com equivalentes máficos intrusivos e tufo félsicos. Espilitos também têm sido coletados das partes profundas dos oceanos, onde eles parecem ocorrer junto com os basaltos toleíticos oceânicos normais e em quantidades bem menores que estes últimos (Mathews *et alii*, Nelson & Van Adel, Cann & Wisemsn, *apud* Hyndman, *op. cit.*).

O autor acima citado caracteriza os espilitos quimicamente em comparação com basaltos normais e vulcânicas andesíticas. Apesar do seu conteúdo normal em sílica ( $\pm 50\%$ ) os espilitos geralmente contêm teores elevados de  $\text{Na}_2\text{O}$  e baixos de  $\text{MgO}$  e  $\text{CaO}$ . Comparando com toleitos oceânicos "normais", os núcleos de *pillows* espiliticos apresentam teores elevados de  $\text{Na}_2\text{O}$  e baixos de  $\text{MgO}$  e  $\text{CaO}$ .

As peculiaridades mineralógicas, químicas e texturais dos espilitos e queratófiros parecem indicar uma origem que envolva modificações de basaltos e andesitos normais por soluções ricas em sódio, o que sugere Hyndman (*op. cit.*).

Conforme o autor acima citado, uma alternativa, sugerida para alguns espilitos em que a albita e clorita parecem texturalmente magmática, é de que um magma primário espilitico daria queratófiro por diferenciação. Uma origem que parece explicar a maioria destas características envolve contaminação de um basalto normal pela extrusão em água salina do oceano ou no topo de sedimentos marinhos, ou sedimentos soterrados. A água retida, aquecida, iria percolar através da lava líquida, produzindo alterações de baixa temperatura e causando troca de matéria. O Na da água do mar afetaria os *pillows* removendo Ca, e um pouco de magnésio que combinaria com carbonato em solução na água formaria calcário. O Fe e Mg dos *pillows* formariam a matriz clorítica.

Segundo Hyndman (*op. cit.*), uma explicação talvez melhor é o metamorfismo de baixo grau de basalto sólido a pouca profundidade sob o assoalho oceânico. As reações e produtos secundários associados seriam presumivelmente iguais aos descritos no parágrafo anterior. O calor necessário para o metamorfismo seria fornecido pelos derrames sobrejacentes mais recentes, ou por intrusões de diques próximos ao topo da cadeia centro-oceânica, sendo a fonte do calor necessária para espilitização, também explicando a distribuição irregular dos espilitos.

Conforme a descrição feita em Costa *et alii* (1973), pode-se observar uma transição de "rochas normais" para as "rochas albitizadas", onde os espilitos conservam relictos de plagioclásio mais cálcico envolvidos por albita, o que evidencia uma natureza metassomática do fenômeno. Também constataram conservação perfeita da textura de cristalização principalmente dos feldspatos, sem corrosão ou crescimento dos elementos originais sendo no caso indicativo da substituição de  $\text{Ca/Na}$  molécula a molécula. Quanto aos termos ácidos aqueles autores atribuem uma sodificação incompleta, com a albitização parcial do K-feldspato.

Citam ainda o processo de espilitização e queratofirização atuando de maneira mais ou menos intensa, formando as "rochas albitizadas" as quais transicionam para "rochas normais". Estas "rochas normais", segundo os mesmos autores, foram afetadas por intensos processos de alteração hidrotermal, tais como uralitização, cloritização, epidotização, carbonatização e sericitização com a formação dos produtos correspondentes. Estes produtos, conforme se observa nas descrições apresentadas, ocorrem na matriz, em fraturas ou amígdalas, tanto em "rochas normais", como nas "rochas albitizadas".

As "rochas albitizadas" referidas por Costa *et alii* (1973) foram estudadas quimicamente pelos mesmos e mostraram teores elevados de Na, acima de 4%.

Em função das idéias expostas, apresentam-se a seguir algumas conclusões sobre a petrogênese das rochas que constituem o Vulcanismo Parapuí:

— segundo Costa *et alii* (1973), os espilitos e queratófiros foram formados por processos metassomáticos, onde os mesmos citam evidências de substituição dos constituintes. Parwardham & Bandhari (1974) descrevem que parece lógico referir-se aos espilitos como porções primárias diferenciadas de um magma básico; concluem ainda que as rochas básicas que passam a ter composição espilitica através de um processo pós-magmático, que é o caso dos espilitos e queratófiros do Vulcanismo Parapuí, talvez possam ser mais adequadamente tratadas como metabasaltos, propilitos

etc., sendo denominações que melhor caracterizam a atual origem e composição destas rochas;

— a respeito dos teores elevados do Na, apresentados pelos espilitos e queratófiros do Vulcanismo Parapuí, podemos interpretá-los conforme Parwardham & Bandhari (*op. cit.*), onde não se faz necessário fixar o limite inferior do conteúdo de Na, para a definição de espilitos;

— conforme Costa *et alii* (1973), as "rochas albitizadas" transicionam para "rochas normais" e tanto as "rochas normais" como as "rochas albitizadas" apresentam acentuadas transformações hidrotermais. Com base nos conceitos já citados, a transformação hidrotermal e a substituição metassomática são vistas como processos pós-magmáticos, os quais poderiam ter atuado conjuntamente de maneira mais ou menos intensa sobre esta seqüência, talvez sem conotação genética com espilitos e queratófiros. Nesse sentido, achamos mais provável que a seqüência de espilitos e queratófiros constitui uma associação de rochas afetadas por processos de propilitização, que no caso melhor representa a gênese destas rochas;

— em termos de ambiente geológico, a seqüência de rochas detriticas, que ocorrem associadas a esta suíte vulcânica, apresenta características de ambiente continental e de típicas seqüências molássicas (Costa *et alii*, 1973). Comparando com o trabalho de Hyndman (*op. cit.*), onde o mesmo apresenta que os principais ambientes de ocorrência de espilitos são oceânicos de "eugeossinclinal" ou em fundos oceânicos alheios a desenvolvimento de geossinclinais, verifica-se que existe uma incompatibilidade nos conceitos emitidos. Da mesma forma, a presença de granitos intrusivos típicos de ambiente de plataforma, associados geológica e geocronologicamente ao Vulcanismo Parapuí, não está de acordo com os ambientes de formação dos espilitos e queratófiros (Hyndman *op. cit.*); e

— durante os trabalhos de campo efetuados na área, não foi constatada a presença de "pillow lavas" na seqüência do Vulcanismo Parapuí, que também venham corroborar com a caracterização de uma seqüência do tipo espilito-queratófiro, embora isto não seja uma característica definitiva, pois, segundo Hyndman (*op. cit.*), os espilitos muitas vezes, mas nem sempre, formam "pillow lavas".

## VIII. Sistema Filoneano

Costa *et alii* (1973) descrevem um cortejo de rochas subvulcânicas e hipoabissais como complemento da Formação Parapuí, denominando-o Complexo Filoneano. Estes tipos apresentam uma grande variedade petrográfica, tanto no aspecto mineralógico como textural. Ocorrem com maior freqüência os termos básicos, constituídos de diabásios uralitizados e cloritizados e olivina-gabro ofíticos uralitizados; na região de Arariús, citam ocorrências de diabásios cloritizados e uralitizados, os quais apresentam-se com cor cinza-escuro, granulação fanerítica média e aspecto isotrópico.

Dentro do mesmo complexo descrevem também corpos intrusivos no "Grupo Bambuí" representados por olivina gabro ofítico, de granulação grosseira, cor cinza-esverdeado, constituída de minerais máficos e ripas alongadas de feldspatos.

Descrevem-se a seguir as rochas filoneanas (Tab. 1.XX) que ocorrem intrusivas nos sedimentos do Grupo Ubajara (Fig. 1.21) e da Formação Pacujá, constituindo um possível complemento do Vulcanismo Parapuí conforme já haviam discutido Costa *et alii* (1973).

### a) Quartzo traquito

Macroscopicamente a rocha exibe uma massa afanítica de coloração acinzentada, onde estão dispersos fenocristais euédricos de feldspato branco de até 3 cm. Na lâmina delgada observam-se grandes cristais de anortoclásio, dispostos aleatoriamente em uma matriz pertítica. Estes possuem contornos alterados, contêm inclusões de quartzo e material da matriz. Podem ser encontrados também na matriz.

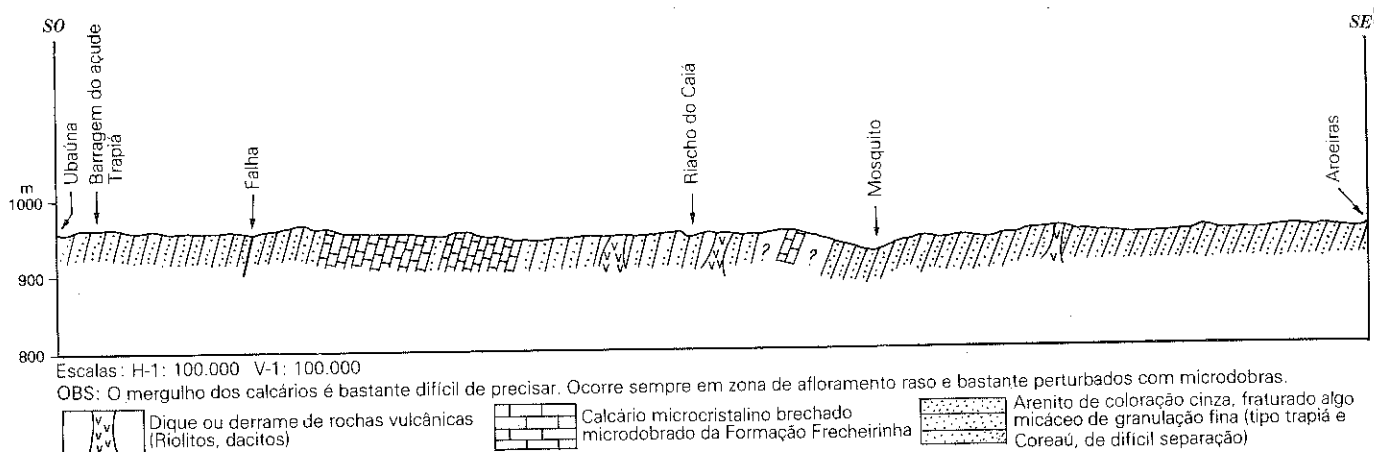


Fig. 1.21 - Perfil geológico esquemático (Ubaúna-Aroeiras)

A matriz constitui-se de uma mistura difusa de clorita, carbonato e material criptocristalino desvitrificado. A matriz está repleta de globulitos e estruturas perlíticas de aspecto concêntrico. Neste mosaico observam-se concentrações de quartzo microcristalino, corroendo cristais de feldspatos.

A partir da análise modal determinou-se que a mesóstase possui 32% do volume da rocha; este material não identificado ao microscópio não é considerado para os cálculos de Streckeisen. Este material desvitrificado poderá ser de composição feldspática ou silicosa, neste último caso a rocha passará de traquito para riolito, evidência esta não muito provável, devido a ausência de grãos de quartzo na matriz.

Próximo à amostra acima descrita, coletou-se outra amostra, a qual apresentou composição bastante semelhante à anterior. A rocha mostrou diferenças no aspecto textural exibindo uma textura cataclástica constituída por fragmentos de rocha de granulação fina, ligado por uma mesóstase sericitizada. Ocorrem porfiroclastos de feldspato alcalino e plagioclásio com formas elipsoidais e às vezes subédricas fraturados, que lembram fenocristais de uma matriz porfírica. O quartzo apresenta-se envolvendo minerais argilizados, o que sugere uma recristalização pela atuação dos esforços tectônicos, que atuaram sobre esta rocha.

#### b) Quartzo latito

Macroscopicamente a rocha constitui-se de uma massa de tonalidade bordô, no interior da qual estão dispersos fenocristais de feldspato branco-rosado de aproximadamente 5 mm. Microscopicamente a rocha constitui-se de um mosaico porfírico idiomórfico, sendo os fenocristais representados por plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo. Estes estão dispostos no interior de uma mesóstase já totalmente alterada.

O plagioclásio (oligoclásio) é o mineral dominante, exibe formas euédricas prismáticas, maclado segundo a Lei da Albita ou não. Altera-se para sericita e carbonato. Pode apresentar os bordos corroídos. Segue-se o K-feldspato, que forma fenocristais euédricos e está totalmente alterado. O quartzo exibe-se como fenocristais subédricos, com bordos corroídos, fraturado e extinção ondulante. Não foi detectada a presença na matriz. Pode ocorrer ainda em fraturas da matriz.

Os protominerais da matriz não são mais identificáveis, a alteração foi total, restando apenas sericita e carbonato.

Os opacos ocorrem com granulação fina e junto com raros cristais de zircão e constituem os acessórios da rocha, que se encontram dispersos na matriz.

#### c) Metaefusiva básica quartzificada

Dentro de uma massa hidromicácea misturada com grânulos de epidoto e carbonato aparecem, aqui e acolá, quartzo em agregados ou em grãos isolados, vesículas preenchidas por opaco vermelho, carbonato e quartzo. Os protominerais e o arcabouço textural foram mascarados pela intensa diaforesse, podendo-se verificar traços de geminação paralela, que sugere a presença de plagioclásio. Quanto a associação máfica está toda substituída para hidromicas, hidróxido de ferro avermelhado, carbonato e epidoto. Vestígios texturais dos plagioclásios são perceptíveis e lembram uma textura ofítica. Supõe-se que seja uma rocha básica, diabásio ou andesito quartzificado e alterado.

Fraturas são preenchidas por carbonato, clorita, quartzo e albita.

#### F) Análises químicas

Neste item transcreveram-se os resultados das análises químicas do Vulcanismo Parapuí reportadas por Issler *et alii* (1979), enumerado e modificado de acordo com o sumário do presente relatório.

Com base em 47 análises químicas (Tab. 1.XXII) das vulcânicas Parapuí, advindas do trabalho de Costa *et alii* (1973), bem como algumas descrições petrográficas, procurou-se, através de diagramas disponíveis na literatura geológica, analisar a natureza, comportamento químico e a petrogênese de tais rochas.

Através de estudos petrográficos de amostras, provenientes dos sítios das ocorrências das vulcânicas Parapuí, foram examinadas e descritas as seguintes lâminas: 212-DN-07 diorito com amígdalas; 212-DN-09 metadacito rico em quartzo; 212-DN-10 quartzo-traquito álcali-feldspático porfírico leucocrático; 215-DN-61 tonalito leucocrático; 264-AG-79 quartzo-latito a andesito; 282-AG-125 tufo lítico; 251-DN-86 metaefusiva básica quartzificada; 251-DN-60 brecha tectônica.

Por insuficiência de dados com relação a análises modais, foi possível somente caracterizar, através do Diagrama de Streckeisen (1975) (Figs. 1.22 e 1.23), as amostras 251-DN-61; 212-DN-07 e 212-DN-10, classificadas respectivamente como: tonalito, diorito-gabro-anortosito e quartzo álcali-traquito.

A presença de rochas de composição inusitada nos sítios de ocorrências das vulcânicas Parapuí, aliada ao fato de não terem sido descritas por Costa *et alii* (1973) levam-nos a aventar a possibilidade de serem rochas estranhas à "suíte" de rochas vulcânicas, descritas por aqueles autores; tais rochas pertencem talvez a outro evento magmático.

É nosso propósito, através da manipulação das 47 análises químicas do trabalho de Costa *et alii* (1973), individualizar na "suíte"

de rochas vulcânicas o que são na realidade: básicas espilitizadas, básicas não espilitizadas, intermediárias e ácidas, acrescentando-se o problema das rochas queratofirizadas.

### 1. Vulcanogênese Parapuí

Através do Diagrama de Wright (1969) foi possível esboçar algumas tendências evolutivas da "suíte" de rochas vulcânicas Parapuí. A Figura 1.24 contém 47 pontos analíticos das rochas estudadas (Tab. 1.XXII), pontos distribuídos a grosso modo segundo uma faixa, que transpõe os três campos do diagrama, sem reversão de rumo, provavelmente co-magmáticas.

A Figura 1.25 exhibe os resultados de 2 pontos analíticos — 4,25% do total das amostras — que não se coadunam com os dados de Lehmann (1974), portanto não são queratófiro verdadeiros.

Através do tratamento estatístico expedito dos dados (Tab. 1.XXIII) foi possível estabelecer-se a Figura 1.26 que contém somente 12 pontos analíticos representativos da média por campo das rochas estudadas, com as mesmas características da Figura 1.24.

Carmichael, Turner e Verhoogen (1974), tratando das características gerais dos espilitos, dizem: "Todos os espilitos são rochas altamente sódicas ( $\text{Na}_2\text{O} = 4,5$  a  $5,5$  por cento). Os associados comuns das lavas espiliticas são intrusivas, quimicamente equivalentes dos albítas diabásios, bem como derrames, intrusões menores, e tufos de queratófiro altamente sódico e quartzo queratófiro. Em muitas destas rochas, igualmente, a albíta parece ser de origem secundária.

As amostras descritas por Costa *et alii* (1973) como rochas básicas espilitizadas-espilitos são as seguintes:

NÚMERO	LITOLOGIA	$\text{Na}_2\text{O}$
7	Espilito	4.02
8	Espilito	4.00
10	Basalto microclínico-espilito	4.01
11	Basalto olivínico espilitizado	5.74
12	Espilito	3.80
13	Basalto porfirítico espilitizado-espilito	4.90
14	Espilito	6.70
15	Basalto amigdalóide espilitizado-espilito	4.00
16	Basalto ofítico amigdalóide espilitizado-espilito	4.90
17	Basalto porfirítico amigdalóide-espilito	5.10
18	Basalto hialopilitico amigdalóide-espilito	3.50
19	Hialobasalto-espilito	3.60
20	Basalto hialo-ofítico-espilito	3.80
21	Basalto hialo-ofítico-espilito	4.00
22	Hialobasalto espilitizado-espilito	3.75
23	Hialobasalto amigdalóide-espilito	4.40
24	Basalto espilitizado	4.40
26	Diabásio espilitizado	3.34

Deste modo, de 18 amostras arroladas como básicas espilitizadas-espilitos, perfazendo 38,30% do total de amostras estudadas, somente 5 amostras (números 11, 13, 14, 16 e 17), 10,64% do total, possuem valores de  $\text{Na}_2\text{O}$  entre 4.90 a 6.70, superiores aos citados por Carmichael, Turner e Verhoogen (1974), referindo-se a espilitos.

La Roche (1968) demonstrou, por meio de diagrama relativamente simples, que o comportamento diferencial de Na, K e Al põe em evidência diferenças fundamentais entre as formações vulcânicas e sedimentares, constituindo assim guia de estudo para os produtos de metamorfismo dessas formações. Ao pôr em evidência as características das formações vulcânicas com essa finalidade, demonstrou também que o esquema gráfico idealizado distinguia igualmente tendências das principais séries ígneas graças à aptidão do diagrama revelar o caráter sódico ou potássico de determinada rocha. Tal capacidade do diagrama permite discriminar, entre as séries basálticas, de um lado, as séries calco-alcalinas "pacificas" ou toleíticas, e, de outro, as séries alcalinas sódicas ou "atlânticas" bem como discriminar o campo dos espilitos. Essas

generalizações coincidem exatamente com nosso propósito de estabelecer clara definição química, para a natureza das litologias referidas na Tabela 1.XXIV.

O diagrama em questão, conforme proposto por La Roche (1968), está reproduzido na Figura 1.27. Constitui um sistema de coordenadas ortogonais em cuja abcissa representam-se as variações de Al/3-Na e na ordenada as de Al/3-K. Os pontos analíticos, projetados no diagrama, representam 100 g de rocha ou de mineral, expressas em miliátomos-grama de Al, Na ou K, relacionados segundo os valores dos parâmetros Al/3-Na e Al/3-K, calculados e reproduzidos na Tabela 1.XXIV.

O comportamento dos pontos analíticos representativos das vulcânicas Parapuí-básicas espilitizadas, espilitos no diagrama proposto por La Roche (1968), ocupa no campo do vulcanismo intermediário 44,44%, no vulcanismo alcalino sódico-Atlântico, 27,78%, no campo do vulcanismo espilitico, 16,67%, e na zona de basaltos 5,56%.

Face aos resultados, é difícil acreditar que as vulcânicas Parapuí representem um vulcanismo espilitico, pois o ambiente geológico das efusões e extrusões ocorreram num *rift-valley*, assoreado com uma sedimentação continental; acrescente-se, a este fato, a associação temporal e espacial com os Granitos Mucambo e Meruoca, tipicamente pós-orogênicos.

Assim parece-nos crível, em face de todos os dados apresentados, que as vulcânicas Parapuí representem na realidade um vulcanismo básico, intermediário a ácido de natureza continental, intensamente modificado por processos de propilitização, e suas perspectivas metalogenéticas não são aquelas apontadas por Costa *et alii* (1973).

#### 1.1.2.1.6 — Granitos Meruoca, Mucambo, Serra da Barriga

##### A) Generalidades

Dois importantes batólitos graníticos localizam-se dentro do *Graben* de Jaibaras, constituindo as serras Meruoca—Rosário e do Carnutum, sendo que a oeste de Sobral encontra-se o *stock* que edifica a serra da Barriga.

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) assim se referem ao granito que forma a serra Meruoca—Rosário: "Devemos consignar aqui a presença de vários tipos de rochas eruptivas que atravessam as formações da Bacia de Jaibaras, em diques e derrames. Não falamos sobre as intrusões existentes no embasamento cristalino, como o granito vermelho do maciço Meruoca—Rosário, mais recentes que o gnaisse da região, discordantemente cortado, enquanto outras intrusões, mais antigas ainda, foram incluídas nas cadeias do cristalino".

Cobra (*op. cit.*) descreve duas fases intrusivas, colocando como a mais antiga a representada pelo Granito Mucambo, pré-vulcânico, e a outra fase mais jovem representada pelo Granito Meruoca—Rosário, pós-vulcânico.

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) colocam essas rochas graníticas no Cambriano Médio, como constituindo fase intrusiva posterior aos arenitos da Formação Trapiá e pré-Formação Aprazível.

Danni (1972) posiciona os Granitos Mucambo e Meruoca no Grupo Jaibaras como sendo de idade ordoviciana, descrevendo-os assim: "Após, ocorreu a intrusão do Granito Mucambo que desenvolveu a auréola de metamorfismo de contato nos arenitos da Formação Trapiá. É provável que esse magmatismo seja correlato com a fase de distensão máxima das falhas da região. Nesse sentido é muito significativa a posição dos maciços Mucambo e Meruoca—Rosário às margens das falhas".

Ressalte-se aqui que Danni (1972) admite também um vulcanismo pós-Granitos Mucambo e Meruoca—Rosário, concluindo: "Subseqüentemente, ocorreu o vulcanismo ácido-intermediário, na área representado por andesitos amigdaloidais com texturas porfiríticas, microlíticas e vitrofíricas".

Costa *et alii* (1973) apresentam uma excelente análise tanto petrográfica, quanto química para essas massas graníticas intrusi-



TABELA 1.XXII  
Análises químicas do Vulcanismo Parapu

AMOSTRAS CPRM	EQUIVALÊNCIA RADAMBRASIL	SÍMBOLO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TOTAL	Log. RAZÃO DE ALCALINIDADE	LITOLOGIA
MJ-243	1	+	47.80	14.70	1.00	11.00	0.30	4.70	6.90	4.00	2.90	1.30	0.54	95.14	0.30	Gabro ofítico epimetamórfico
CL-102	2	+	49.10	12.90	0.90	10.90	0.60	5.80	7.30	3.00	1.40	1.70	0.55	94.15	0.19	Olivina gabro ofítico
CL-134	3	+	44.50	14.64	2.28	16.28	0.24	12.00	2.66	2.16	1.03	1.56	1.03	98.38	0.16	Microgabro olivínico normal com nefelina
MJ-243	4	+	50.50	19.84	2.46	7.92	0.18	5.19	3.64	3.12	1.35	1.30	0.59	96.09	0.17	Gabro ofítico epimetamórfico
MJ-237-B	5	+	47.60	14.50	1.00	6.10	0.60	2.70	8.80	5.00	1.50	1.40	0.61	89.81	0.25	Gabro ofítico epimetamórfico (uralitizado)
CL-252	6	●	46.50	9.90	1.40	10.40	0.40	3.40	7.80	3.40	2.00	0.60	0.88	86.68	0.27	Quartzo-diorito (cloritizado, uralitizado)
CL-1331	7	*	55.00	13.55	5.12	5.04	0.06	2.42	6.05	4.02	0.86	1.70	1.14	94.96	0.22	Espilito
CL-1334	8	*	54.30	14.87	8.20	2.45	0.17	2.97	3.78	4.00	3.16	1.65	1.06	96.61	0.35	Espilito
CL-446	9	●	68.00	12.50	6.10	2.20	0.60	0.20	0.30	3.08	6.60	0.30	0.06	99.89	0.44	Andesito amigdalóide
CL-1332	10	*	49.70	13.69	11.68	1.88	0.07	2.17	6.96	4.01	3.00	1.55	1.08	95.69	0.31	Basalto microclínico (espilito)
CL-409	11	*	48.00	17.47	13.10	0.28	0.08	2.25	2.00	5.74	2.56	2.10	1.77	95.35	0.40	Basalto olivínico espilitizado
MJ-484	12	*	58.40	13.50	5.60	8.40	0.20	5.80	6.50	3.80	1.10	1.40	0.53	105.23	0.22	Espilito
CL-22	13	*	47.80	14.00	11.30	2.40	0.70	1.90	6.50	4.90	1.90	2.40	0.96	94.76	0.30	Basalto porfirítico espilitizado (espilito)
CL-16-A	14	*	56.20	12.70	14.10	1.50	0.30	0.60	3.40	6.70	0.70	1.80	1.05	99.05	0.43	Espilito
CL-441	15	*	50.80	14.30	5.90	7.00	0.40	4.70	8.10	4.00	0.50	1.80	0.72	98.22	0.18	Basalto amigdalóide espilitizado (espilito)
CL-68-B	16	*	48.50	13.80	9.30	4.20	0.40	5.30	3.10	4.90	1.90	2.00	0.57	93.97	0.37	Basalto ofítico amigdalóide espilitizado (espilito)
CL-44	17	*	47.40	12.90	6.60	7.50	0.50	5.00	6.60	5.10	0.70	2.20	0.82	95.32	0.32	Basalto porfirítico amigdalóide (espilito)
CL-131-A	18	*	39.80	7.80	7.40	3.20	0.70	3.70	15.50	3.50	1.40	1.30	0.54	94.84	0.19	Basalto hialopilitico amigdalóide (espilito)
CL-445	19	*	60.90	13.50	5.70	3.40	0.40	1.60	3.50	3.60	2.60	0.60	0.15	95.95	0.33	Hialobasalto (espilito)
MJ-420	20	*	53.10	12.70	9.10	4.50	0.40	3.60	4.80	3.80	0.80	2.20	0.75	95.75	0.23	Basalto hialo-ofítico (espilito)
MJ-296	21	*	42.00	13.50	6.10	7.40	0.30	4.90	6.20	4.00	2.90	1.90	0.70	69.90	0.29	Basalto hialo-ofítico amigdalóide (espilito)
CL-1316	22	*	47.50	15.82	13.63	1.86	0.17	2.36	6.79	3.75	1.02	1.95	1.77	96.62	0.19	Hialobasalto espilitizado (espilito)
CL-065-A	23	*	46.30	17.70	7.70	7.20	0.40	4.80	5.50	4.40	0.70	2.20	0.89	97.79	0.19	Hialobasalto amigdalóide (espilito)
CL-917	24	*	47.50	14.30	9.70	5.90	0.33	4.20	5.20	4.40	1.70	3.00	0.70	96.93	0.26	Basalto espilitizado
CL-115	25	+	42.90	13.15	7.90	8.20	0.80	4.70	5.50	3.60	1.90	2.40	1.66	92.71	0.26	Diabásio alterado
CL-118	26	*	51.30	17.47	3.94	8.36	0.18	3.32	2.73	3.34	2.44	1.30	1.87	96.26	0.30	Diabásio espilitizado
CL-801	27	+	48.30	14.50	2.3	8.7	0.33	6.00	10.10	3.0	0.90	1.60	0.16	95.99	0.14	Diabásio
CL-233	28	+	47.30	13.40	2.10	11.10	0.40	6.30	7.60	3.30	1.60	2.20	0.48	95.78	0.21	Diabásio uralitizado
CL-119	29	●	56.50	17.47	8.40	3.60	0.16	2.72	1.96	4.02	0.15	1.80	1.41	98.19	0.24	Andesito normal
CL-1219-A	30	○	61.70	13.93	4.22	3.60	0.18	1.74	2.87	4.50	3.16	1.23	0.57	98.14	0.43	Dacito normal (alterado)
CL-1330	31	○	54.00	13.60	9.91	0.86	0.13	0.43	15.40	0.16	0.10	2.23	1.89	98.71	0.01	Dacito normal (epidotizado)
CL-1219-A	32	○	68.00	9.92	3.41	2.44	0.19	1.41	4.34	4.46	0.09	1.62	1.60	97.48	0.29	Dacito normal
CL-317	33	○	50.70	13.50	3.00	10.40	0.40	2.80	6.00	2.30	2.90	2.60	1.15	95.75	0.21	Dacito - Quartzo pórfiro
CL-355	34	○	70.20	11.20	2.70	2.30	0.30	0.50	0.90	4.90	3.00	0.20	0.05	96.25	0.68	Dacito pórfiro
CL-356	35	○	51.40	13.40	2.10	9.10	0.30	3.60	6.20	2.10	3.00	1.70	0.55	93.45	0.19	Dacito porfirítico
CL-267	36	○	63.20	12.50	1.70	6.70	0.40	0.90	2.40	3.10	3.40	0.40	0.16	94.86	0.38	Dacito granofírico
CL-236	37	○	56.60	16.30	1.70	7.90	0.40	2.90	4.20	3.60	3.80	1.40	0.51	99.31	0.32	Dacito alterado
CL-1188	38	○	71.00	12.04	7.20	0.30	0.04	0.09	0.20	2.24	5.12	0.45	0.10	98.78	0.33	Dacito alterado
CL-137	39	○	79.00	9.92	3.25	0.14	0.03	0.10	0.50	0.54	5.57	0.10	0.04	99.19	0.58	Riolito queratofirizado
CL-242	40	○	67.80	12.00	0.90	3.30	0.50	0.30	1.30	3.20	4.80	0.30	0.07	94.47	0.46	Riolito granofírico queratofirizado
CL-1333	41	○	70.20	12.37	1.92	0.28	0.05	0.08	2.87	1.35	7.98	0.00	0.04	97.14	0.62	Riolito pórfiro
CL-354	42	○	72.20	10.20	5.40	3.00	0.30	0.60	0.80	4.30	3.00	0.40	0.10	100.30	0.69	Riolito porfirítico
CL-245	43	○	65.20	12.20	0.90	5.90	0.40	0.30	1.50	3.80	5.30	0.50	0.12	96.12	0.54	Riodacito granofírico
CL-258	44	○	65.60	12.90	0.90	4.20	0.30	0.70	1.90	5.60	3.50	0.60	0.19	96.39	0.62	Riodacito granofírico
CL-228	45	○	64.20	13.00	1.40	4.90	0.40	1.10	1.70	3.00	5.40	0.40	0.20	95.70	0.38	Riodacito porfirítico
CL- 52																
MJ-13	46	○	61.50	12.60	2.10	6.20	0.40	1.60	2.30	4.00	4.70	1.20	0.32	96.92	0.52	Quartzo-sienito
CL-422	47	○	55.90	19.36	1.67	5.00	0.22	1.21	2.17	6.18	2.86	0.87	0.34	95.79	0.39	Pórfiro rômbo

Simbologia: ○ Rochas Ácidas, ○ Rochas Ácidas Queratofirizadas, ● Rochas Intermediárias, + Rochas Básicas, \* Rochas Básicas espilitizadas (espilitos).

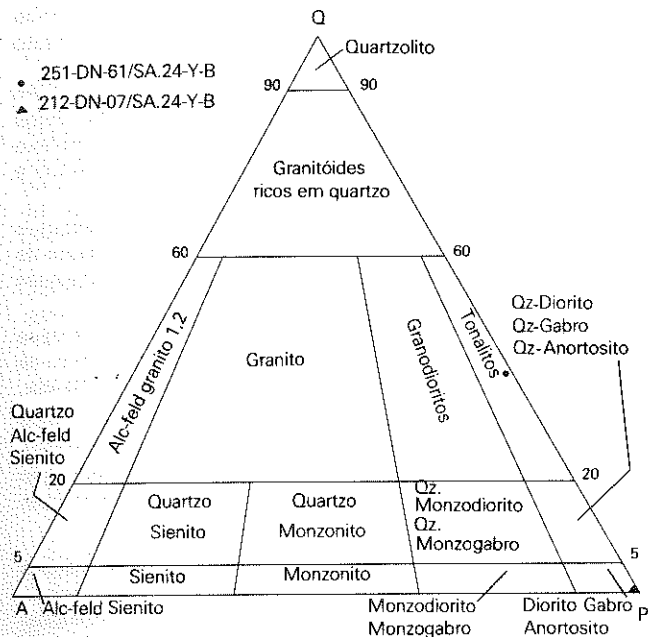


Fig. 1.22 - Diagrama de Streckeisen (1976).

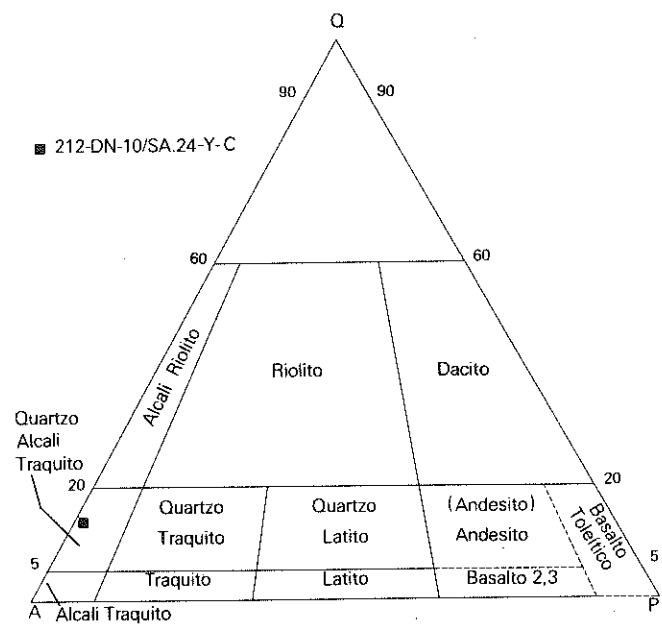


Fig. 1.23 - Diagrama de Streckeisen (1976).

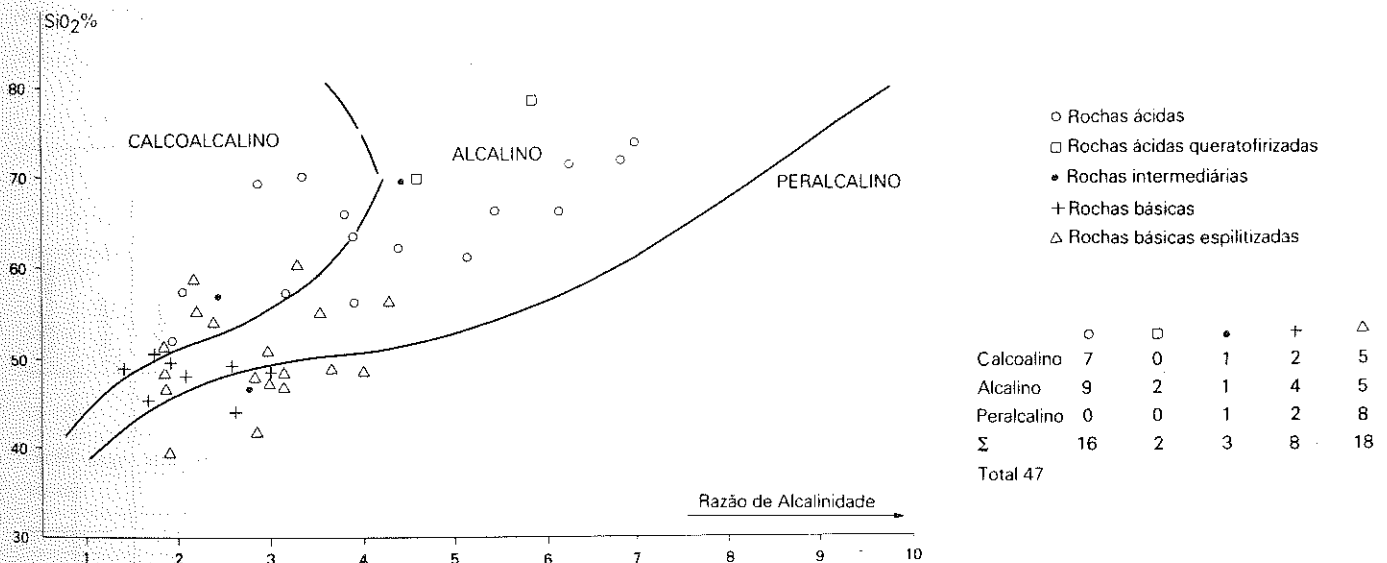


Fig. 1.24 - Diagrama de Wright (1969). Vulcanogênese Parapuí.

vas, classificadas por aqueles autores como estrutura do tipo *stock*, descrevendo-as assim: "O *stock* granítico do Mucambo, intrusivo nos sedimentos epimetamórficos do Grupo Bambuí, proporciona o desenvolvimento de uma ampla auréola de metamorfismo térmico. Ao longo do contato com as formações do Grupo Jaibaras, acompanhando a Falha Café—Ipueiras, não foi observada qualquer manifestação de termometamorfismo nos sedimentos da Formação Pacujá, insinuando *mise en place* anterior da intrusão granítica". A respeito do Granito Meruoca, concluem que os contatos do *stock* granítico com as formações do Grupo Jaibaras são sempre de caráter tectônico e não foram assinaladas evidências de termometamorfismo. Nas áreas de contato com o Grupo Bambuí e rochas do embasamento Pré-Cambriano, desenvolveu-se uma ampla auréola de metamorfismo térmico, parcialmente mascarada por falhamentos.

Sobre o Granito Serra da Barriga, Costa *et alii* (1973) colocam-no dentro do Pré-Cambriano "B", destacando-o como um granitóide pós-orogênico, comparando-o com alguns granitos descritos do tipo alpino, concluindo assim: "O Granito Serra da Barriga apresenta um singelo paralelismo estrutural e petrográfico com os tipos citados por Marmo (*op. cit.*), devendo ser considerado como um exemplo de microclina granito pós-cinemático".

Neste relatório os Granitos Mucambo, Meruoca e Serra da Barriga serão descritos como estruturas do tipo batólito para as duas primeiras e *stock* para a última, adotando-se os conceitos de Gary, Macafee e Wolf (1972), que reservam o termo batólito para massas graníticas com extensão de área maior que 100 km<sup>2</sup>.

Estes plutonitos serão tratados também como constituindo uma provável associação co-magmática com o conjunto de rochas individualizadas como Vulcanismo Parapuí.

B) Posição estratigráfica

Os Granitos Mucambo, Meruoca e Serra da Barriga ocupam uma posição intermediária entre os Grupos Ubajara e Jaibaras. Na porção mais sudoeste do *graben* o Granito Mucambo ocorre intrusivo nos arenitos da Formação Trapiá, bordo oeste-noroeste do

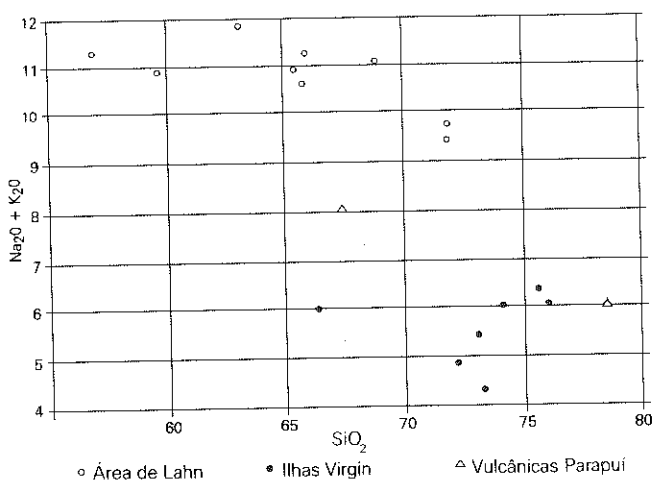


Fig. 1.25 - Diagrama que mostra o arranjo distinto de  $K_2O + Na_2O$  encontrado nos verdadeiros queratófilos da província de Lahn e os então chamados queratófilos da U.S. Ilhas Virgin na Província Caribeana. Lehmann (1971).

granito, bem como nos calcários da Formação Frecheirinha, onde se desenvolveu uma ampla auréola de metamorfismo de contato representada por típicos *hornfels*.

O Granito Meruoca apresenta-se com feições tectônicas bem peculiares, ocorrendo de forma grosseiramente retangular, cujos contatos são invariavelmente por falhamentos com o Complexo Nordeste, Grupo Martinópole e com as Formações Pacujá e Aprazível.

O Granito Serra da Barriga ocupa uma posição de destaque bem similar na área mapeada, estruturado de forma perfeitamente circular (Fig. 1.10), intrusivo na seqüência de migmatitos, gnaisses e quartzitos do Complexo Nordeste.

A sua colocação na coluna como de idade cambriana se deve aos resultados radiométricos, tratados em diagrama isocrônico de referência que definiu uma idade para o conjunto de  $512 \pm 10$  MA.

Associados ao Granito Meruoca ocorrem no trecho da rodovia CE-71, entre Aprazível e Coreaú, vários diques radiais, exumados atualmente pela erosão, em contato com os arenitos da Formação Pacujá, interpretados aqui como termos subvulcânicos intimamente relacionados à época da intrusão do granito.

Essa interpretação de certo modo se coaduna com observações feitas por Mehnert (*op.cit.*), onde ressalta que em muitos maciços graníticos estudados eles mostram sistemas de diques, compostos de granito pórfiro com uma matriz granítica fina, seguida por quartzo-pórfiro com matriz microcristalina felsítica, diques esses sem dúvida relacionados com a mesma origem do granito, constituindo-se um dos argumentos em favor de uma origem magmática para esses tipos de granitos.

TABELA 1.XXIII  
Parâmetros estatísticos calculados para o Diagrama de Wright (Fig. 1.26)

	N.º DAS AMOSTRAS		% NO CAMPO POR GRUPO	$\bar{X}$ log R.A.		$\bar{X}$ DE $SiO_2$		N.º DAS AMOSTRAS		% NO CAMPO POR GRUPO	$\bar{X}$ log R.A.		$\bar{X}$ DE $SiO_2$		N.º DAS AMOSTRAS	N.º DE AMOSTRAS	% NO CAMPO POR GRUPO	$\bar{X}$ log R.A.		$\bar{X}$ DE $SiO_2$		% POR CAMPO					
	N.º DE AMOSTRAS	N.º DE AMOSTRAS		$\bar{X}$ log R.A.	$\bar{X}$ DE $SiO_2$	N.º DE AMOSTRAS	N.º DE AMOSTRAS	$\bar{X}$ log R.A.	$\bar{X}$ DE $SiO_2$		N.º DE AMOSTRAS	N.º DE AMOSTRAS	$\bar{X}$ log R.A.	$\bar{X}$ DE $SiO_2$													
Calcoalcalino	31																										
	32																										
	33																										
	35	7	43.75	0.27	59.93				29	1	33.33	0.24	56.40	4	2	25.00	0.15	49.40	7	5	27.78	0.24	55.64	31.91			
	36																		12								
Alcalino	37																										
	41	9	56.25	0.53	64.34	39	40	2	100.00	0.52	73.40	9	1	33.33	0.44	68.00	2	3	50.00	0.20	47.12	8	5	27.78	0.29	51.12	44.68
	42																		14								
	43																		22								
	44																		23								
	46																		25								
	47																		26								
																			28								
Peralcalino																			10								
																			11								
																			13								
																			16								
																			17								
																			18								
																			21								
																			24								
% Por grupo	34,04			4,26			6,38			17,02			38,30			100,00											
Rochas	Ácidas			Ácidas queratofirizadas			Intermediárias			Básicas			Básicas espilitizadas														
Símbolos	○			∅			●			+			*														

### C) Distribuição na área

Os batólitos graníticos que formam as serras do Carnutum e a da Meruoca—Rosário, bem como o stock que constitui a serra da Barriga (Fig. 1.10), estão contidos nas partes extremas contiguas das Folhas SA.24-Y-C e Y-D. Os dois primeiros corpos acham-se posicionados na Bacia de Jaibaras, sendo que o Stock Serra da Barriga situa-se a leste de Sobral, a 44 km aproximadamente pela rodovia BR-222, intrusivo nos gnaisses, quartzitos e migmatitos do Complexo Nordestino.

O Granito Mucambo ocorre na porção mais a sul do Graben de Jaibaras, possuindo uma forma grosseiramente semicircular, alongado na direção nordeste com áreas aplainadas dominantes, a

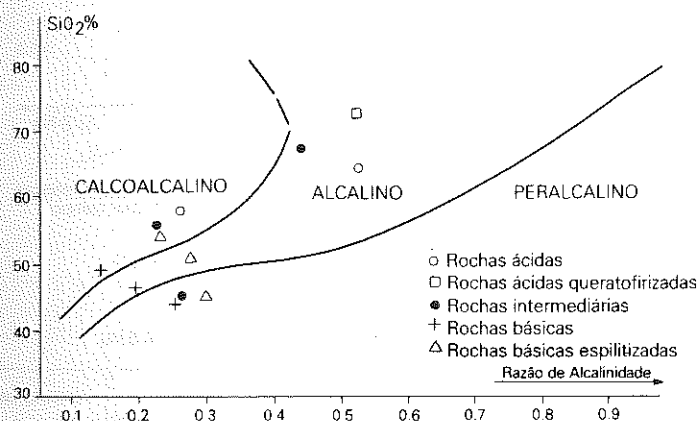


Fig. 1.26 - Diagrama de Wright (1969) Vulcanogênese Parapú.

partir do bordo sul em direção à parte central do corpo, e em relevo proeminente no bordo norte, ocorrendo aí cristas alinhadas sob controle estrutural.

Já a massa intrusiva que constitui a serra da Meruoca—Rosário apresenta uma morfologia típica muito própria, que sobressai na paisagem com um relevo de forma aproximadamente retangular, apresentando em seus bordos escarpas muito íngremes. Localiza-se mais a norte do Mucambo, circundado nas áreas adjacentes pelas cidades de Sobral, Aprazível, Coreaú e Massapê.

### D) Geocronologia

As rochas graníticas pós-orogênicas da Bacia de Jaibaras acham-se bem caracterizadas, em termos geocronológicos. Dispõe-se de onze determinações Rb/Sr (Tab. 1.XXV) em amostras dos Granitos Meruoca, Mucambo e diques associados, bem como do Granito Serra da Barriga, intrusivo na associação petrotectônica do Complexo Nordestino.

A diferença qualitativa das análises radiométricas para as diversas intrusões impossibilitou um tratamento geocronológico em separado. De sorte que a isócrona apresentada (Fig. 1.28) refere-se ao evento magmático responsável pela colocação do conjunto granítico e de suas atividades hipoabissais, tendo sido obtida a idade de  $512 \pm 10$  MA (2/8) para uma razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7044 \pm 0,0011$ . Cabe notar ainda a baixa relação inicial, incomum para granitos cambrianos, a qual sugere uma origem a partir de material vindo do manto superior e que durante sua ascensão manteve-se não sujeito a fenômenos de contaminação de estrôncio.

Os dados radiométricos K/Ar preexistentes, amostras PV-51-Ce, PV-52-Ce (Tab. 1.XXVI) para o Granito Meruoca, em torno de 440 MA, representariam apenas idades mínimas relacionadas aos processos dinâmicos do sistema tectônico Sobral—Pedro II. Adi-

TABELA 1.XXIV  
Valores dos parâmetros alumínio, sódio e potássio

AMOSTRAS CPRM	EQUIVALÊNCIA RADAMBRASIL.	SÍMBOLO	MILIATOMOGRAMA Al	MILIATOMOGRAMA Na	MILIATOMOGRAMA K	Al-Na 3	Al-K 3	LITOLOGIA
CL-1331	7	*	265,69	129,68	18,30	- 41,12	70,26	Espilito
CL-1334	8	*	291,57	129,03	67,23	- 31,84	29,96	Espilito
CL-1332	10	*	268,43	129,35	63,83	- 39,87	25,65	Basalto microclínico (espilito)
CL-409	11	*	342,55	185,16	54,47	- 70,98	59,71	Basalto olivínico espilitizado
MJ-484	12	*	264,70	122,70	23,40	- 34,35	64,83	Espilito
CL-22	13	*	274,51	158,06	40,42	- 66,56	51,08	Basalto porfírico espilitizado (espilito)
CL-16A	14	*	249,02	216,13	14,89	-133,12	68,12	Espilito
CL-441	15	*	280,39	129,03	10,64	- 35,57	82,82	Basalto amigdalóide espilitizado (espilito)
CL-068B	16	*	270,59	158,06	40,42	- 67,66	49,78	Basalto ofítico amigdalóide espilitizado (espilito)
CL-044	17	*	252,94	164,52	14,82	- 80,21	69,42	Basalto porfírico amigdalóide (espilito)
CL-131A	18	*	152,94	112,90	29,79	- 61,92	21,19	Basalto hialopilitico amigdalóide (espilito)
CL-445	19	*	264,70	116,13	55,32	- 27,90	32,91	Hialobasalto (espilito)
MJ-420	20	*	249,02	122,58	17,02	- 39,57	65,99	Basalto hialo-ofítico (espilito)
MJ-296	21	*	264,70	129,03	61,70	- 40,80	26,53	Basalto hialo-ofítico amigdalóide (espilito)
CL-1316	22	*	310,19	120,97	21,70	- 17,57	81,70	Hialobasalto espilitizado (espilito)
CL-065A	23	*	347,06	141,93	14,89	- 26,24	100,78	Hialobasalto amigdalóide (espilito)
CL-917	24	*	280,39	141,93	36,71	- 48,47	56,75	Basalto espilitizado
CL-118	26	*	342,55	107,74	51,91	6,44	62,27	Diabásio espilitizado

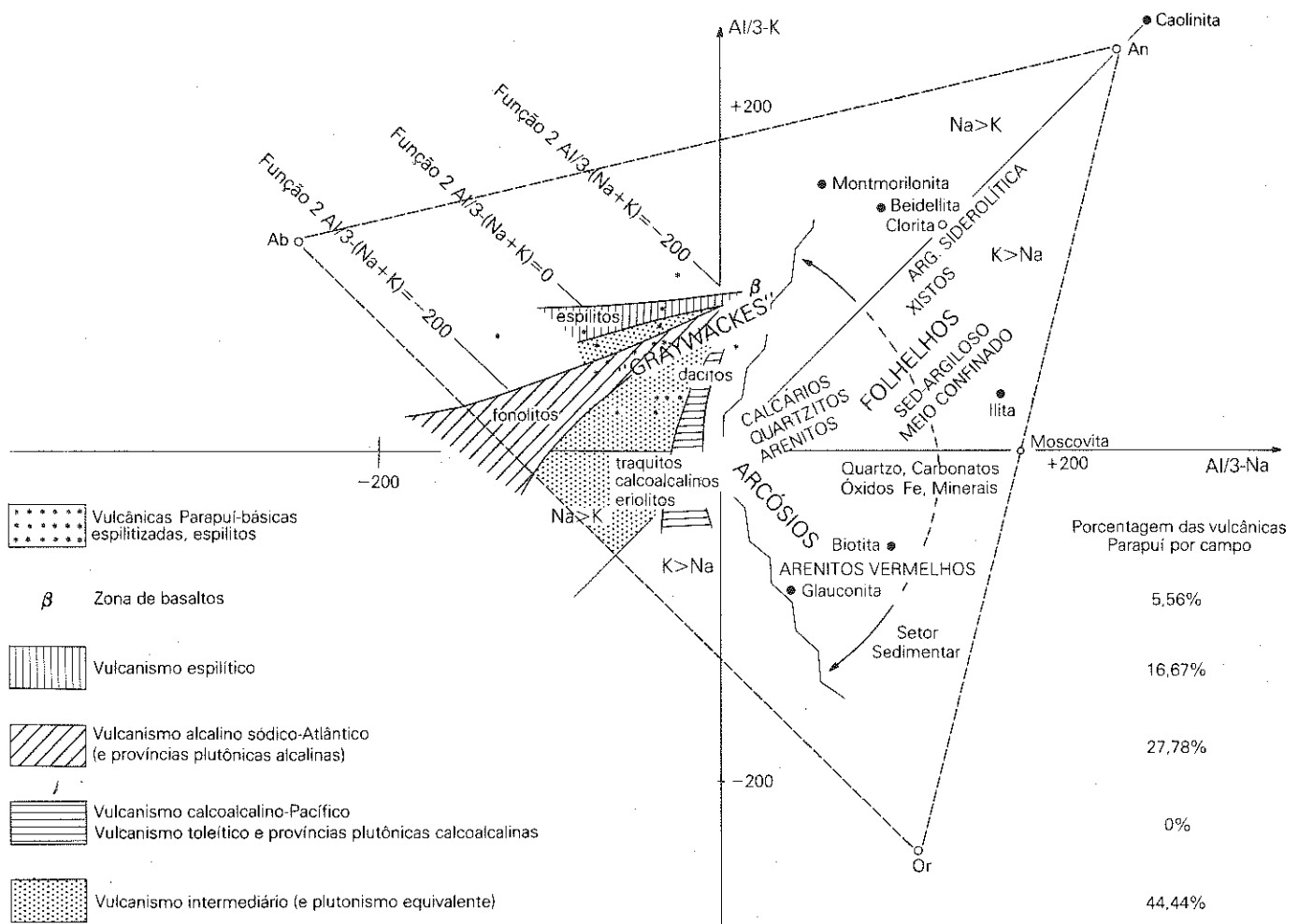


Fig. 1.27 - Diagrama de La Roche (1968). Vulcanogênese Parapuá, discriminada pelo comportamento diferencial do sódio, potássio e alumínio.

TABELA 1.XXV  
Dados analíticos Rb/Sr em rocha total dos Granitos Meruoca, Mucambo, Serra da Barriga e diques associados

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	LOCALIDADE	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	I. CONV. (MA)	I. ISOCR. (MA)	R. INICIAL	REF.
MER-1	Granito fino	SA.24-Y-D	Meruoca	2.515	204,1	15,2	28,48 ± 0,212	0,9202 ± 0,006	506 ± 4	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
MER-2	Granito grosseiro	SA.24-Y-D	Meruoca	2.516	161,3	58,6	7,762 ± 0,091	0,7607 ± 0,0005	478 ± 8	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
MER-3	Granito grosseiro	SA.24-Y-D	Meruoca	2.517	159,0	39,9	10,933 ± 0,085	0,7867 ± 0,0005	541 ± 8	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
MER-4	Granito grosseiro	SA.24-Y-D	Meruoca	2.518	165,5	65,2	7,034 ± 0,052	0,7556 ± 0,0005	474 ± 7	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
HAB-2	Dique pórfiro	SA.24-Y-C	Aprazível	2.519	251,1	124,5	5,80 ± 0,0048	0,7549 ± 0,0015	567 ± 21	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
HAB-3	Dique pórfiro	SA.24-Y-C	Aprazível	2.520	133,5	229,6	1,68 ± 0,05	0,7180 ± 0,0005	—	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
251-DN-91	Quartzo-sienito	SA.24-Y-C	Mucambo	3.164	162,2	300,0	1,57 ± 0,03	0,7225 ± 0,0013	713 ± 104	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	—
251-DN-90	Tonalito	SA.24-Y-C	Mucambo	3.165	44,5	368,5	0,35 ± 0,01	0,7146 ± 0,0022	—	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	—
251-DN-93	Granito	SA.24-Y-C	Mucambo	3.166	180,0	153,1	3,41 ± 0,07	0,7355 ± 0,0016	586 ± 52	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	—
MUC-1	Granodiorito	SA.24-Y-C	Mucambo	2.610	200,6	171,3	3,49 ± 0,07	0,7331 ± 0,0017	540 ± 53	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5
SER. BAR. 2	Granito	SA.24-Y-D	S. Barriga	2.521	313,3	100,3	9,10 ± 0,18	0,7738 ± 0,0005	506 ± 17	512 ± 10	0,7044 ± 0,0011	5

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>;  $Rb^{85}/Rb^{87} = 2,6027 \pm 0,0480$ . \*Valores de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  normalizados para a constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ .

cionalmente, uma rocha básica intrusiva no Granito Meruoca indicou idade de  $456 \pm 5$  MA, amostras 251-DN-53 (Tab. 1.XXVI), reforçando o significado do valor isocrônico obtido para aquela intrusiva ( $512 \pm 10$  MA).

#### E) Petrografia

##### I. Granito Meruoca

Macroscopicamente as rochas pertencentes a esta unidade litoestratigráfica apresentam algumas variações em termos composicionais, coloração e granulação em decorrência da variação da fácies, que apresenta este corpo rochoso.

A litologia predominante está representada por diversas amostras, que constituem um granito, com granulação que oscila de média a grosseira, com tons variando de róseo-claro, a amarelado e avermelhado. Apresentam aspecto isotrópico e estrutura maciça. A mineralogia possível de identificar está constituída de feldspato vermelho e quartzo, sendo que as amostras de tons claros já apresentam feldspatos brancos e pontuações de minerais ferromagnesianos (Tab. 1.XXVII).

Ocorrem também rochas de granulação fina, com aspecto de um microgranito, que em certos casos exibem pórfiros de feldspatos róseos e quartzo, dispersos em uma matriz fina constituída por



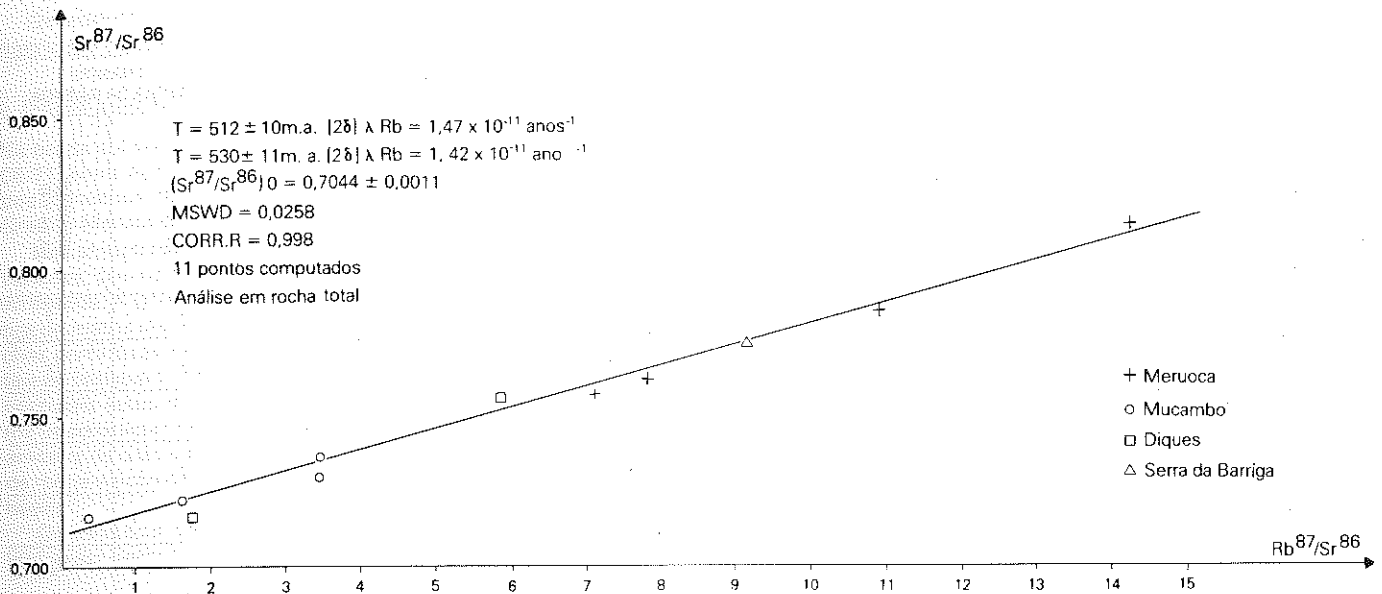


Fig. 1.28 - Isócrona Rb/Sr para os granitos Mucambo, Serra da Barriga e diques associados.

TABELA 1.XXVI  
Dados analíticos K/Ar do Granito Meruoca e da intrusiva vulcânica Parapuí

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	MATERIAL	N.º LAB.	% K	ERRO (K) (75%)	Ar <sup>40</sup> <sub>rad</sub> moles (ccSTP) g	% Ar <sup>40</sup> <sub>atm</sub>	IDADE (MA)	REF.
251-DN-53	Diabásio	SA.24-Y-C	Plagioclásio	3.859	2,2283	0,05	45,80x10 <sup>-6</sup>	11,4	456 ± 5	
PV-50-Ce*	Brecha vulc.	SA.24-Y-C	RT	690	1,36	—	26,8x10 <sup>-6</sup>	7,9	440 ± 17	1
PV-51-Ce*	Granito	SA.24-Y-C	K-feldspato	635	8,56	—	172,1x10 <sup>-6</sup>	5,3	447 ± 13	1
PV-52-Ce*	Granito	SA.24-Y-C	Biotita	644	5,97	—	118,8x10 <sup>-6</sup>	1,6	443,13	1

Constantes:  $\lambda_{total} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$ ;  $\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$ ; % de K<sup>40</sup> em K<sub>total</sub> = 0,0019.

quartzo, feldspato e máficos. Estas rochas mostram cores entre róseo-acinzentado e róseo-claro. Estas litologias tendem a textura porfírica.

Um terceiro tipo litológico, é constituído por granófiros e riolitos, com coloração avermelhada. Os riolitos exibem textura porfírica, sendo os pórfiros compostos essencialmente por quartzo, disperso dentro de uma massa afanítica de tonalidade avermelhada. Nos granófiros os pórfiros são compostos por quartzo e feldspatos, emersos numa matriz afanítica, também de coloração avermelhada. Resta salientar que no interior da matriz dos granófiros acham-se dispersas amígdalas preenchidas por clorita e carbonatos.

Dentro desta variação de fácies, a litologia predominante é o granito isotrópico de tonalidade avermelhada, granulação grosseira, constituída fundamentalmente de quartzo e feldspato avermelhado.

Através de descrições microscópicas, determinaram-se os seguintes tipos litológicos: biotita-hornblenda-granitos, granófiros e riolitos.

#### a) Granitos

A fácies predominante do Granito Meruoca está constituída, conforme já citado, pelos granitos de coloração avermelhada, equigranular e isotrópico.

Na lâmina delgada a rocha apresenta-se na forma de um mosaico hipidiomórfico granular grosseiro, formado por ortoclásio peritítico, exibindo formas xenomorfas, às vezes geminado. Normalmente está sendo substituído por argilas. Outro constituinte es-

sencial é o quartzo; forma grãos anedrais, fraturados, e mostra bordas de corrosão. O último félsico essencial é o plagioclásio, bem menos comum que os dois minerais anteriores, com aspecto subédrico e maclado segundo a Lei da Albita.

Os minerais ferromagnesianos estão representados pela hornblenda verde e biotita, ambas em pequena quantidade.

Acessoriamente a rocha apresenta fluorita intersticial, além do zircão, apatita e alanita. Os minerais secundários correspondem a clorita e sericita.

A rocha corresponde a um biotita-hornblenda-granito, com variações para um granito leucocrático pela falta da biotita e hornblenda.

Costa *et alii* (1973) citam um segundo tipo petrográfico, que corresponde a uma variação do tipo acima descrito, situado no bordo nordeste do batólito, caracterizado pela ausência sistemática da hornblenda e pela sua tonalidade cinza-amarelado. Trata-se de um biotita-granito.

#### b) Granófiros

A rocha mostra-se formada por um mosaico porfírico, sendo a mesóstase de aspecto micrográfico. Os pórfiros são constituídos por quartzo e feldspato. Observa-se a presença de amígdalas dispersas pela matriz.

O mineral essencial mais abundante é o quartzo, que se apresenta porfírico de granulação variável e também nas formas granofírica, intersticial e preenchendo amígdalas. Os pórfiros podem formar agregados ou ocorrer isoladamente. Normalmente os seus bordos mostram-se corroídos.

TABELA 1.XXVII  
Granitos intrusivos

AMOSTRAS	GRANITO MERUOCA			GRANITO MUCAMBO				GRANITO SERRA DA BARRIGA	
	251-DN-52 SA.24-Y-D	251-DN-58 SA.24-Y-D	282-AG-DN-124 SA.24-Y-D	251-DN-90 SA.24-Y-C	251-DN-91 SA.24-Y-C	251-DN-93 SA.24-Y-C	264-AG-76 SA.24-Y-C	282-AG-DN-134 SA.24-Y-D	282-AG-DN-140 SA.24-Y-D
MINERAIS %									
Quartzo	x	x	x	24.4	14.0	21.6	x	x	x
Microclínio							x	x	x
Ortoclásio	x		x		49.4	48.3			
Plagioclásio	x	x	x		16.4	15.3	x	x	
Plagioclásio + alterações				53.0					
Oligoclásio + perfitico									x
Biotita	x						x	x	x
Anfibólio	x								
Hornblenda					14.6		x		
Hornblenda/biotita/acessórios				19.3		14.8			
Apatita						x			
Epidoto					4.2				
Opacos		x	x			x			
Zircão		x	x				x		x
Argilas	x								x
Clorita		x	x						x
Rutilo						x			
Óxido de ferro		x							
Sericita		x	x			x		x	x
Acessórios				3.0	1.4				

(3.0): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

Outro mineral essencial importante é o feldspato alcalino, variedade ortoclásio. Ocorre como pórfiros e serve também de núcleo para o desenvolvimento de esferulitos, formados por um cerrado intercrescimento de quartzo e ortoclásio. Os esferulitos exibem efeitos de corrosão em seus bordos.

Segue-se como último mineral essencial o plagioclásio, o qual ocorre em menor quantidade que o feldspato alcalino. O plagioclásio é reconhecido por apresentar restos de macla da Albite e não se observa a sua presença na mesóstase. A variedade presente foi identificada como oligoclásio.

O zircão representa o acessório presente e dispõe-se no interior dos feldspatos.

Secundariamente observam-se clorita, carbonato e quartzo; ocorrem preenchendo fraturas e amígdalas da rocha.

### c) Riolitos

Na lâmina delgada a rocha mostra-se porfirítica, onde os pórfiros são representados pelo quartzo, imersos numa mesóstase, formada por intercrescimentos de quartzo e feldspato na forma micrográfica, impregnada por óxido de ferro, observando-se ainda a presença de amígdalas.

O quartzo é o mineral mais abundante; forma pórfiros idiomorfos, fraturados e com os bordos corroídos. O outro mineral essencial é o feldspato alcalino, encontrado apenas na matriz, na forma de intercrescimentos com o quartzo.

Provavelmente a rocha apresenta também plagioclásio, em função da grande quantidade de sericita existente na mesóstase, pois não se encontraram cristais inalterados.

Os produtos secundários que ocupam percentagem elevada da matriz são constituídos de clorita, sericita e hidromicas.

## II. Diques associados ao Granito Meruoca

Na borda sul-sudoeste do Granito Meruoca, ao longo da rodovia CE-71, entre Aprazível e Coreaú, constatou-se a presença de corpos filoneanos, possivelmente correlacionados como extensão do Granito Meruoca.

Nas amostras de mão as rochas exibem tonalidades bastante variadas, tais como rósea, cinza-médio, amarelo-clara e marrom-arroxeadas. A granulação oscila entre equigranular média, porfírica de matriz afanítica predominantemente, e granular fina. As rochas porfíricas são dominantes; estão constituídas de fenocristais de feldspato róseos e esbranquiçados e algum quartzo. Os fenocristais estão dispersos aleatoriamente no interior de uma matriz de coloração variável, acima citada. Pode-se observar tanto na amostra de mão como em lâmina delgada a presença de xenólitos de rocha vulcânica ou hipoabissal, de composição intermediária e básica.

Os estudos de lâmina delgada revelaram as seguintes litologias: riolitos, quartzo dioritos e granófiros (Tab. 1.XXVIII).

### a) Riolitos

Na lâmina delgada a rocha exhibe uma textura porfírica. Os fenocristais são de ortoclásio peritítico, plagioclásio (oligoclásio) e quartzo, todos de aspecto automorfo.

O mineral dominante na lâmina é o ortoclásio, que ocorre como pórfiros ou na matriz, onde às vezes mostra-se intercrescido graficamente com o quartzo. Por alteração forma sericita. Tem-se a seguir o quartzo, que se apresenta como fenocristais de tamanhos variáveis, de forma idiomórfica, exhibe efeitos de corrosão nos bordos. Pode ser encontrado como finos grãos na matriz ou intercrescido com os feldspatos. O último mineral essencial é o plagioclásio (oligoclásio); ocorre geralmente como fenocristais de granulação pouco variável. Seu aspecto é idiomorfo, mostra-se corroído nos bordos e atacado por intenso processo de argilização.

Os minerais secundários estão representados por argilo-minerais submicroscópicos, passando a hidromicas do tipo ílita e chegando a lamelas de muscovita. Acessoriamente encontram-se opacos ou opacos vermelhos e zircão automorfo.

### b) Quartzo diorito

Microscopicamente a rocha apresenta-se constituída por um mosaico, que varia de heterogranular hipidiomórfico a porfírico hipidiomórfico. Os fenocristais são de plagioclásio, anfibólios, biotita e quartzo. Em posições intersticiais podem ocorrer grãos de quartzo, que em contato com o plagioclásio desenvolvem intercrescimentos gráficos, e ainda minerais micáceos, anfibólios, opacos e os acessórios.

O plagioclásio varia de oligoclásio a andesina. Este predomina sobre os demais minerais. Apresenta-se substituído para carbonato e sericita. Alguns fenocristais estão zonados, com a formação de oligoclásio nos bordos. O quartzo é de duas gerações, a primeira representada pelos pórfiros e a segunda por quartzo intersticial e mirmequítico.

Dentre os ferromagnesianos predomina a biotita, que exhibe lamelas irregulares, de dimensões variáveis; já mostra expansão devido a hidratação, passando para vermiculita. Os anfibólios são do tipo hornblenda marrom, transicionando nos bordos para anfibólio verde-azulado, biotita, clorita e epidoto.

Os produtos secundários estão representados por carbonato, argilo-minerais e clorita, ocorrendo disseminados ou em vesículas. Também encontra-se carbonato deutérico. Zircão em cristais automorfos, opacos corroídos e apatita constituem os acessórios.

### c) Granófiro

Microscopicamente a rocha exhibe uma textura porfírica constituída de fenocristais de feldspato alcalino e plagioclásio, imersos em uma mesóstase, formada por um intercrescimento micrográfico de quartzo e feldspato.

O plagioclásio ocorre em fenocristais idiomórficos, pouco maclados, geralmente sofrendo sericitização e mostrando-se zonados. O plagioclásio também pode ser encontrado na matriz. O ortoclásio também forma fenocristais com macla de Carlsbad. Sua forma varia de subautomorfa a automorfa. Preenchendo interstícios ou na forma de inclusões goticulares nos feldspatos, tem-se o quartzo. Exhibe a forma de micrólitos anédricos.

A mesóstase está constituída fundamentalmente por um cerra-do intercrescimento de quartzo e feldspato na forma granofírica, que passa a esferulítica com os grãos de feldspato alcalino servindo de núcleo, para o desenvolvimento de micrográficos radiais.

Os minerais secundários ocupam percentagem de destaque e constituem-se de clorita, sericita, e carbonatos; zircão, opacos e apatita são os acessórios mais comuns.

As rochas filoneanas, tidas como prolongamentos do Granito Meruoca—Rosário, situados na rodovia CE-71 entre Coreaú e Aprazível, já foram descritas petrograficamente por Kegel, Scorza e Coelho (*op.cit.*) e revelaram os seguintes litotipos: granito pórfiro, quartzo pórfiro, granito porfirocataclástico, quartzo porfírico e quartzo-diorito porfírico.

### d) Granito pórfiro

Macroscopicamente a rocha exhibe fenocristais de cor rósea, imersos numa mesóstase de cor cinza.

Na lâmina delgada, exhibe textura porfírica e composição mineral à base de: ortoclásio, quartzo, oligoclásio, biotita e óxido de ferro. Os produtos secundários são: calcita, sericita e clorita. É abundante o intercrescimento mirmequítico. Esta mesma litologia

TABELA 1.XXVIII  
Diques associados ao Granito Meruoca

AMOSTRAS	212-DN-26 SA.24-Y-C	251-DN-80 SA.24-Y-C	251-DN-81 SA.24-Y-C	264-AG-71 SA.24-Y-C
MINERAIS %				
Quartzo	24.3	11.9	6.0	x
Ortoclásio	50.7			
Feldspato potássico				x
Plagioclásio	15.3	69.1	28.1	x
Muscovita	3.0			
Biotitas + hidromicas			46.6	
Hidromicas				x
Micas		18.0		
Opacos			17.2	x
Argila				x
Acessórios	6.7	1.0	2.1	

(6.7): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

numa lâmina apresenta-se cataclada, onde se constataram os minerais acima citados e mais o microclínio.

#### e) Quartzo pórfiro

Rocha de textura porfírica, constituída de: ortoclásio, quartzo, oligoclásio, biotita, clorita, apatita, zircão e óxido de ferro. A clorita parece provir de hornblenda e/ou biotita. Os três primeiros minerais encontram-se na mesóstase e como fenocristais.

#### f) Quartzo diorito porfírico

Rocha de coloração acinzentada, ao microscópio exhibe textura porfírica constituída dos seguintes minerais: plagioclásio zonado, oligoclásio-andesina com teor de An 25%-45%, quartzo, biotita, hornblenda, óxido de ferro, apatita e zircão, podendo ocorrer às vezes pirita e calcita. Por vezes ocorrem no seio destas massas fragmentos de uma rocha mais ácida, que são interpretados como xenólitos de composição granítica.

### III. Diabásios

Nas partes mais elevadas do Granito Meruoca, próximo à cidade homônima, foram observados vários diques de diabásio seccionando o granito.

Em amostra de mão a rocha exhibe coloração preta, granulação fanerítica média e estrutura homogênea, e em lâmina delgada apresenta-se com uma textura que varia de intergranular a ofítica; no primeiro caso os máficos ocupam os espaços angulares entre os plagioclásios (Tab. XXIX).

O plagioclásio representa o mineral mais abundante da rocha; varia de andesina com alto teor de (An) a labradorita. Sua forma normalmente é subédrica, com geminação albita. Pode apresentar-se substituído por sericita, carbonato e epidoto.

Os minerais máficos são do tipo clinopiroxênio, normalmente augita, que por substituição forma hornblenda e biotita. Os piroxênios, amostra 251-DN-56, chegam a formar pórfiros contendo inclusões de feldspatos. A hornblenda exhibe-se com pleocroísmo variando de verde-azulado a marrom-escuro. A biotita apresenta formas subédricas e pode conter inclusões de zircão, exibindo halos pleocróicos.

Acessoriamente ocorrem opacos em quantidade significativa, amostra 251-DN-56, chegando a formar pórfiros, contendo inclusões de plagioclásio e piroxênio; normalmente associa-se à zona de alteração dos máficos. Cita-se ainda quartzo, ou forma intersticial, ou como inclusões goticulares nos minerais essenciais. Ocorrem também zircão e apatita em cristais automorfos.

Como produtos secundários estão presentes a biotita e clorita formada a partir dos minerais máficos, sericita e carbonato originados dos feldspatos.

### IV. Granito Mucambo

Macroscopicamente a rocha exhibe uma granulação que varia de média a grosseira; quando há um crescimento mais acentuado dos feldspatos a rocha toma um aspecto porfírico. As rochas mostram coloração esbranquiçada, exibindo inúmeras pontuações escuras, esta distribuição dos constituintes faz-se aleatoriamente, conferindo à rocha um aspecto isotrópico.

Microscopicamente as amostras foram classificadas como: granito, hornblenda-granito e quartzo-sienito.

#### a) Granitos

Cerca de 80% da massa intrusiva são constituídos por uma rocha de composição granítica, isotrópica, leucocrática, segundo Costa *et alii* (1973).

A rocha apresenta-se com uma textura granular alotromórfica grossa, composta essencialmente por K-feldspato, plagioclásio, quartzo, hornblenda e/ou biotita e os acessórios, opaco, zircão, apatita e fluorita.

### 88/GEOLOGIA

TABELA 1.XXIX  
Diques seccionando o Granito Meruoca

AMOSTRAS	251-DN-53 SA.24-Y-D	251-DN-56 SA.24-Y-D	264-AG-66 SA.24-Y-D
MINERAIS %			
Quartzo	x	3.9	x
Plagioclásio	x	50.2	x
Biotita	x		x
Micas		3.8	
Hornblenda	x		x
Clinopiroxênio	x	40.1	
Apatita	x		
Epidoto			x
Opacos	x	2.0	x
Zircão			x
Argilo-minerais			x
Carbonatos			x
Clorita	x		x
Sericita	x		x

(3.9): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada.

O feldspato alcalino é o mineral dominante, representado por ortoclásio peritítico e também microclínio peritítico. A granulação é variável, mas predomina a grosseira, os cristais podem ser anédricos ou subidiomorfos. O microclínio forma "nuvens", amostra 264-AG-76, sobre restos de plagioclásio, sugerindo uma substituição de plagioclásio por microclínio. O K-feldspato exhibe-se poiquilítico, amostra 251-DN-93 (Tab. 1.XXVIII) com inclusões de biotita, quartzo e pequenos fragmentos de plagioclásio. Este último é a variedade oligoclásio, com teores de An entre 26% e 30%; apresenta-se com uma granulação média com formas subidiomorfos, às vezes argilizadas. Em quantidade aproximada ao plagioclásio, tem-se o quartzo, com granulação variando de fina a grosseira e de aspecto xenomórfico. Ocorre em agregados granulares; quando sua granulação apresenta-se fina, este é encontrado como inclusões ou intersticial nos feldspatos.

Os ferromagnesianos estão representados por hornblenda, variedade sódica e fêrrica, com pleocroísmo marrom-esverdeado, verde-oliva a verde-azulado. Outro máfico é a biotita, formada por substituição da hornblenda.

Acessoriamente têm-se zircão, como inclusão nos máficos, opacos pretos associados preferencialmente aos máficos, apatita e às vezes agulhas de rutilo.

#### b) Quartzo sienito

Como constituinte subordinado do batólito Mucambo, foi individualizada outra fácies, na porção central do corpo. A rocha é de aspecto isotrópico, contendo feldspatos cor de carne, quartzo e placas verde-escuras de máficos.





TABELA 1.XXX  
Análises químicas dos Granitos Mucambo e Meruoca

		GRANITO MUCAMBO														
NOMENCLATURA CPRM EQUIVALÊNCIA RADAMBRASIL		CL-165 1	CL-845 2	CL-846 3	CL-853 4	CL-857a 5	CL-857b 6	CL-864 7	CL-1121a 8	CL-1337 9	CL-1338 10	IB-77 11	Média de 11 amostras	CL-315 1	CL-793 2	CL-794 3
Análises Químicas (% Peso)	SiO <sub>2</sub>	69.90	66.20	73.90	70.50	68.60	67.20	68.40	66.70	68.00	71.00	72.50	69.36	64.10	69.60	74.90
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.60	12.00	10.70	11.00	12.50	13.50	13.69	16.06	13.93	14.64	13.55	13.29	14.30	13.80	13.00
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.28	0.70	1.30	0.60	2.00	1.70	1.40	1.28	1.90	0.96	1.22	1.30	2.00	1.00	0.90
	FeO	4.32	4.90	1.90	4.40	1.80	3.50	4.46	4.32	4.18	1.00	3.02	3.44	3.80	1.90	0.90
	MnO	0.05	0.27	0.20	0.27	0.33	0.33	0.10	0.12	0.07	0.05	0.06	0.17	0.40	0.13	0.27
	TiO <sub>2</sub>	0.48	0.90	0.70	0.90	0.90	1.00	0.50	0.50	0.57	0.50	0.32	0.66	0.40	0.25	0.15
	CaO	0.65	2.60	1.20	3.10	2.40	2.40	2.31	1.96	1.33	4.69	—	2.06	1.40	1.20	0.90
	MgO	0.66	0.09	0.90	0.18	0.50	0.50	0.58	0.54	0.71	0.76	0.38	0.53	0.50	0.90	0.09
	Na <sub>2</sub> O	2.84	3.40	2.70	3.50	3.90	4.30	2.78	2.92	3.07	4.76	2.70	3.35	4.50	2.40	3.50
	K <sub>2</sub> O	4.22	4.90	3.80	5.00	4.90	5.30	3.66	4.66	4.51	5.99	4.82	4.21	3.20	7.90	6.40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18	0.20	0.12	0.17	0.20	0.26	0.10	0.08	0.10	0.12	0.12	0.15	0.10	0.05	0.06	
	TOTAL	99.18	96.16	97.42	99.72	98.03	99.99	97.98	99.14	98.37	99.07	98.69	98.52	94.70	99.13	101.07
	Log. da RAZÃO de ALCA-LINIDADE (WRIGHT, 1969)	0.34	0.44	0.43	0.47	0.50	0.53	0.31	0.29	0.37	0.25	0.37	0.41	0.47	0.73	0.48
Proporções catiônicas x 1000	SiO <sub>2</sub>	1165.00	1103.33	1231.67	1176.67	1143.33	1120.00	1140.00	1111.67	1133.33	1183.33	1208.33	1156.00	1068.33	1160.00	1248.33
	AlO1.5	286.27	235.29	209.80	215.69	245.10	264.70	268.43	314.90	273.14	287.06	265.69	260.59	280.39	270.59	254.90
	FeO1.5	16.00	8.75	16.25	7.50	25.00	21.25	17.50	16.00	23.75	12.00	15.25	16.25	25.00	12.50	11.25
	FeO	60.00	68.05	26.39	61.11	25.00	48.61	61.94	60.00	58.05	13.89	41.94	47.78	52.78	26.39	12.50
	MnO	0.70	3.80	2.82	3.80	4.65	4.65	1.41	1.69	0.98	0.70	0.84	2.39	5.63	1.83	3.80
	TiO <sub>2</sub>	6.00	11.25	8.75	11.25	11.25	12.50	6.25	6.25	7.12	6.25	4.00	8.25	5.00	3.12	1.67
	CaO	11.61	46.43	21.43	55.36	42.86	42.86	41.25	35.00	23.75	83.75	—	36.78	25.00	21.43	16.07
	MgO	16.50	2.25	22.50	4.50	12.50	12.50	14.50	13.50	17.75	19.00	9.50	13.25	12.50	22.50	2.25
	NaO1.5	91.61	109.68	87.09	112.90	125.81	138.71	89.68	94.19	99.03	153.55	87.10	108.06	145.16	77.42	112.90
	KO1.5	89.79	104.25	80.85	106.38	104.25	112.76	77.87	99.15	95.96	12.55	102.55	89.57	68.08	168.08	136.17
PO2.5	2.53	2.82	1.69	2.39	2.82	3.66	1.41	1.13	1.41	1.69	1.69	2.11	1.41	0.70	0.84	
	TOTAL	1746.01	1695.90	1709.24	1757.55	1742.57	1782.20	1720.24	1753.48	1734.27	1773.77	1736.89	1741.03	1689.28	1764.54	1800.88
% Cátion	Si	66.72	65.06	72.06	66.95	65.61	62.84	66.27	63.40	65.35	66.71	69.57	66.40	63.24	65.74	69.32
	Al	16.39	13.87	12.27	12.27	14.06	14.85	15.60	17.96	15.75	16.18	15.30	14.97	16.60	15.33	14.15
	Fe	0.92	0.51	0.95	0.43	1.43	1.19	1.02	0.91	1.37	0.68	0.88	0.93	1.48	0.71	0.62
	Fe	3.44	4.01	1.54	3.48	1.43	2.73	3.60	3.42	3.35	0.78	2.41	2.74	3.12	1.49	0.69
	Mn	0.04	0.22	0.16	0.22	0.27	0.26	0.08	0.10	0.06	0.04	0.05	0.14	0.33	0.10	0.21
	Ti	0.34	0.66	0.51	0.64	0.64	0.70	0.36	0.36	0.41	0.35	0.23	0.47	0.29	0.18	0.10
	Ca	0.66	2.74	1.25	3.15	2.46	2.40	2.40	2.00	1.37	4.72	—	2.11	1.48	1.21	0.89
	Mg	0.94	0.13	1.32	0.26	0.72	0.70	0.84	0.77	1.02	1.07	0.55	0.76	0.74	1.27	0.12
	Na	5.25	6.47	5.09	6.42	7.22	7.78	5.21	5.37	5.71	8.66	5.01	6.21	8.59	4.39	6.27
	K	5.14	6.15	4.73	6.05	5.98	6.33	4.53	5.65	5.53	0.71	5.90	5.14	4.03	9.52	7.56
P	0.14	0.17	0.10	0.13	0.16	0.20	0.08	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.08	0.04	0.05	
	TOTAL	99.98	99.99	99.98	100.00	99.98	99.98	99.99	100.00	100.00	99.99	100.00	99.99	99.98	99.98	99.98
Ca, Na, K+	Ca	7.58	22.04	14.31	24.66	19.72	18.39	24.44	18.82	13.63	45.45	—	19.76	14.31	9.36	7.48
	Na	34.76	29.86	33.28	29.02	33.33	34.30	30.52	29.17	32.71	47.90	33.33	33.33	47.78	19.37	30.41
	K	57.66	48.10	52.41	46.32	46.94	47.31	45.04	52.01	53.66	6.65	66.67	46.91	37.91	71.27	62.10
	TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99

Peso molecular equivalente: SiO<sub>2</sub>:60, AlO 1.5:51, FeO1.5:80, FeO:72, MnO:71, TiO<sub>2</sub>:80, CaO:56, MgO:40, NaO1.5:31, KO1.5:47, PO<sub>2</sub>:5:71. \*Cálculo de Ca-Na-K segundo Raju & Rao (1972)

cos e tardicimáticos, a maioria dos pontos (77,3%) caiu fora dos campos dos granitos orogênicos, corroborando as afirmações de Brito Neves & Pessoa (1974) e Farina (1977) de que os Granitos Mucambo e Meruoca seriam pós-orogênicos.

Miyashiro (1974) apresentou um diagrama de variação de SiO<sub>2</sub> Vs. FeO/MgO, no qual estabeleceu os campos calcoalcalino e toleítico, que na realidade espelha o *trend* de fracionamento das rochas.

A Figura 1.32 mostra os dados dos Granitos Mucambo e Meruoca plotados, cujos resultados, embora ainda escassos, permitem aventar a hipótese de que a origem do magma deu-se a partir de material básico de característica toleítica.

Com relação ao Granito Meruoca, face à localização dos pontos analíticos se situar nos extremos das curvas de Kuno (1968) e Irvine & Baragar (1971), torna-se difícil o estabelecimento da descendência, entretanto uma procedência calcoalcalina ou mesmo toleítica não é afastada. Na Fig. 1.33, o que chama a atenção é a nítida separação dos pontos representativos dos Granitos Mu-

cambo e Meruoca, o último bem mais próximo do vértice A, indicando uma maior riqueza em K e Na do que o primeiro.

Raju & Rao (1972) elaboraram um diagrama trilinear, cujos vértices são ocupados por Ca-Na-K em peso iônico por cento. Utilizaram ao redor de 170 análises químicas de rochas graníticas, de diferentes partes do mundo, cuja origem está bem provada, e deste modo estabeleceram o campo de rochas graníticas, magmáticas e de substituição.

A Figura 1.34 mostra que 5 pontos analíticos mais a média do Granito Mucambo, isto é, 50% dos pontos e 8 pontos analíticos mais a média do Granito Meruoca, isto é, 80% dos pontos, caem dentro do campo dos granitos magmáticos, enquanto que os restantes 5 pontos analíticos (50%) do Granito Mucambo e 2 pontos analíticos (20%) do Granito Meruoca se dispõem no campo dos granitos de substituição (metamórficos e metassomáticos).

Com base nos trabalhos de Danni (1972), Costa *et alii* (1973), Brito Neves & Pessoa (1974), Farina (1977), Santos, Melo e Melo

GRANITO MERUOCA									
CL-795 4	CL-798 5	CL-807 6	CL-808 7	CL-816 8	CL-818 9	CL-822 10	CL-832 11	Média de 11 amostras	
72.00	75.70	72.10	73.10	70.60	76.00	75.80	79.00	72.99	
13.50	12.00	13.00	12.00	14.47	12.28	12.28	12.75	13.03	
1.30	1.80	1.00	0.40	1.68	1.83	1.81	2.67	1.49	
0.90	0.30	0.50	0.80	0.42	0.28	0.40	0.10	0.94	
0.20	0.20	0.23	0.20	0.03	0.01	0.04	0.04	0.16	
0.25	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.05	0.17	
1.10	0.40	1.10	0.80	0.30	0.50	0.20	0.20	0.74	
0.30	0.04	0.04	0.09	0.10	0.09	0.08	0.09	0.21	
3.50	3.30	4.10	4.10	3.34	3.04	2.84	1.84	3.31	
6.80	5.00	5.40	5.30	5.12	4.67	4.96	6.92	5.61	
0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	
99.91	98.95	97.59	96.91	96.18	98.82	98.65	103.70	98.69	
0.45	0.52	0.58	0.66	0.42	0.45	0.43	0.71	0.46	
1200.00	1261.67	1201.67	1218.33	1176.67	1266.67	1263.33	1316.67	1216.50	
264.70	235.29	254.90	235.29	283.72	240.78	240.78	250.00	255.49	
16.25	22.50	12.50	5.00	21.00	22.87	22.62	33.37	18.62	
12.50	4.17	6.94	11.11	5.83	3.89	5.55	1.39	13.05	
2.82	2.82	3.24	2.82	0.42	0.14	0.56	0.56	2.25	
3.12	1.87	1.25	1.25	1.25	1.25	2.50	0.62	2.12	
19.64	7.14	19.64	14.28	5.36	8.93	3.57	3.57	13.21	
7.50	1.00	1.00	2.25	2.50	2.25	2.00	2.25	5.25	
112.90	106.45	132.26	132.26	107.74	98.06	91.61	59.35	106.77	
144.68	106.38	114.89	112.76	108.94	99.36	105.53	147.23	119.36	
0.84	0.84	0.28	0.28	0.28	0.28	0.56	0.56	0.56	
1784.95	1750.13	1748.57	1735.63	1713.71	1744.48	1738.61	1815.57	1753.18	
67.23	72.09	68.72	70.19	68.68	72.61	72.68	72.52	69.39	
14.83	13.44	14.58	13.56	16.55	13.80	13.85	13.77	14.57	
0.91	1.28	0.71	0.29	1.22	1.31	1.30	1.84	1.06	
0.70	0.24	0.40	0.64	0.34	0.22	0.32	0.08	0.74	
0.16	0.16	0.18	0.16	0.02	0.01	0.03	0.03	0.13	
0.17	0.11	0.07	0.07	0.07	0.07	0.14	0.03	0.12	
1.10	0.41	1.12	0.82	0.31	0.51	0.20	0.20	0.75	
0.42	0.06	0.06	0.13	0.14	0.13	0.11	0.12	0.30	
6.32	6.08	7.56	7.62	6.29	5.62	5.27	3.27	6.09	
8.10	6.08	6.57	6.50	6.36	5.69	6.07	8.11	6.81	
0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	
99.99	100.00	99.99	100.00	99.98	99.99	99.98	100.00	99.99	
8.65	4.07	9.40	7.12	3.02	5.55	2.20	1.83	6.95	
28.82	35.61	36.63	37.95	35.73	34.72	33.18	18.78	32.11	
62.53	60.32	53.97	54.93	61.24	59.72	64.62	79.28	60.94	
100.00	100.00	100.00	100.00	99.99	99.99	100.00	99.99	100.00	

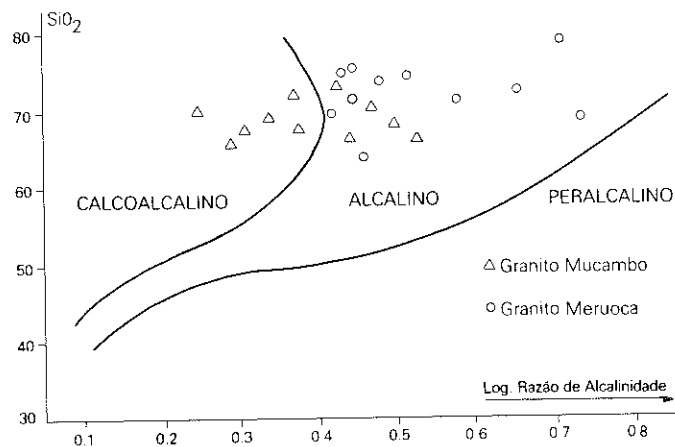


Fig. 1.30 - Diagrama de Wright (1969).

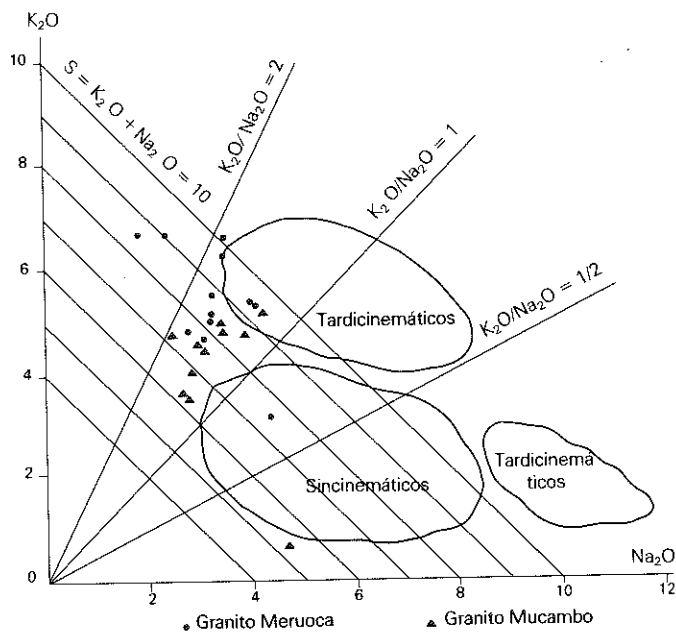


Fig. 1.31 - Diagrama de variação  $K_2O$ vs $Na_2O$  que mostra os campos dos granitos sincinemáticos e tardicinemáticos. Marmo (1956).

(1978) e Sial (1978), os Granitos Mucambo e Meruoca são de características magmáticas, porém as alterações pós-magmáticas devem ter modificado em parte o quimismo das rochas, obliterando os resultados dos cálculos de Ca-Na-K.

No intento de estabelecer a correlação entre o gradiente geotermal e a composição de magmas graníticos, em cinturões orogênicos sob diferentes condições de pressão e temperatura, Hall (1971) partiu da composição normativa média de granitos intrusivos, pertencentes aos cinturões Variscano (Herciniano), Caledoniano e Alpino, contidos na norma CIPW,  $Ab + Or + Qz \geq 80\%$ . Com isso, verificou que as referidas composições (Fig. 1.35) situam-se próximas à isobárica mínima, no sistema  $Qz-Or-Ab-H_2O$ , para pressões de água sucessivamente maiores, enquanto as séries de fácies metamórficas indicam que esses cinturões orogênicos se desenvolveram sob gradiente geotermal sucessivamente menor.

No presente trabalho, as posições das médias dos pontos analíticos na Figura 1.35, referentes às rochas graníticas de Mucambo e

Meruoca, sugerem que estas rochas se formaram, possivelmente, sob gradiente geotermal de médio a alto, em níveis crustais distintos e sucessivamente mais elevados.

A estimativa sobre a espessura da crosta, com base nos dados disponíveis, somente pode ser inferida, lançando-se mão do diagrama proposto por Condie (1973), elaborado a partir da análise da correlação linear, existente entre os conteúdos de Rb e Sr nas rochas de várias províncias, em função das respectivas espessuras da crosta, nessas regiões.

A Figura 1.36 mostra a posição ocupada, no referido diagrama, pelos pontos analíticos das rochas dos Granitos Mucambo, Meruoca e Serra da Barriga, indicando a espessura da crosta de 20-30 km e mesmo superior a 30 km, na época do alojamento destes maciços graníticos. Tal fato, embora mereça maiores detalhamentos, nos parece, vem reforçar a idéia da presença de embasamento ensialico na região, conforme já referido por Almeida *et alii* (1973), para a Área de Dobramentos Caririanos.

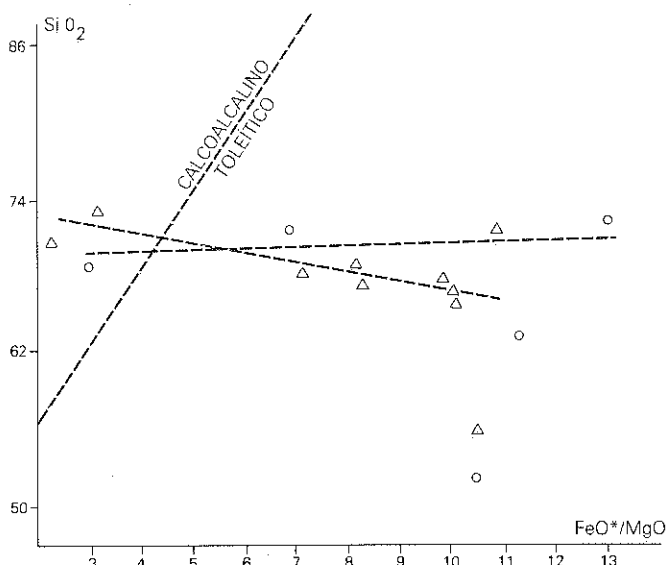
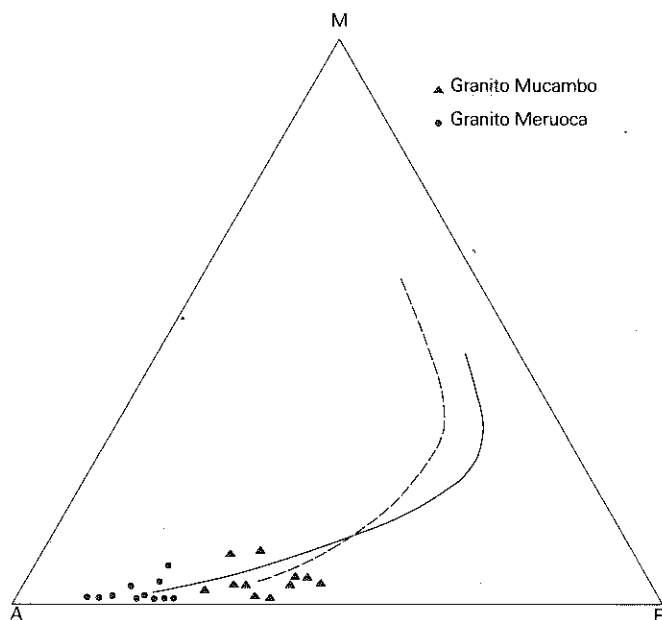


Fig. 1.32 - Diagrama de variação  $SiO_2$  vs  $FeO^*/MgO$  indicando os campos toleítico e calcoalcalino. Miyashiro (1974)



Limite entre as séries pigeonítica (direita) e hiperstênica (esquerda), kiro (1968)      Limite entre campos calcoalcalinos e toleítico, Irvine e Baragar (1971)

Fig. 1.33 - Diagrama MAF, sendo  $M=MgO$ ,  $A=K_2O + Na_2O$  e  $F=FeO + 0,91[Fe_2O_3]$

#### I. Petrometalogênese

Tauson & Kozlov (1973) apresentam cinco tipos geoquímicos de granitos; o potencial das intrusivas graníticas, portadoras de minério, é baseado em certas razões de concentração de elementos; as mais informativas são as razões  $Ba/Rb$ ,  $Li \times 1.000/k$  e as razões alternativas  $F/Li$  e  $Li/Zn$ .

Concluíram ser a razão  $Ba/Rb$  um parâmetro significativo, visto que granitos portadores de minério de Rudohorki, Checoslováquia e da Mongólia mostravam razões iguais a 0.26 e 0.03, respectivamente.

Esta razão, aplicada aos maciços graníticos da área estudada, permite identificar a razão  $Ba/Rb$ .

MACIÇO	Ba/Rb
Granito Serra da Barriga	1.88
Granito Mucambo	9.76
Granito Meruoca	9.86

Lawrence (1975), ao estudar o Granito Galway, da parte ocidental da Irlanda, mineralizado à molibdenita, pirrotita, calcopirita, galena e fluorita, procurou compreender a relação que existiria entre a razão  $Rb/Sr$  e as mineralizações, constatando que estas se restringiam à fácies mais leucocrática e mais diferenciada (K alto) do grande plutonito. Os valores  $Rb/Sr \times 100$ , a partir de 400, atingem valores tão altos quanto 4.300.

Na aérea em estudo, aplicou-se a mesma sistemática de Lawrence (1975), sendo constatados os seguintes valores:

MACIÇO	Rb/Sr x 100
Granito Serra da Barriga	479.56
Granito Meruoca	379.81
Granito Mucambo	85.70

Flinter, Hesp e Rigby (1972), no estudo do Complexo New England, Austrália, dizem que o Sn e Mo ocorrem em dois ambientes distintos: em filões e veios, associados com leucogranitóides com sílica elevada ( $>72\% SiO_2$ ), com acompanhamento de W; e disseminado em mesogranitóides com sílica baixa ( $<72\% SiO_2$ ).

Smith & Turek (1976), no estudo das rochas graníticas devonianas do SO, Nova Scotia, dizem que outros índices petrológicos, que são relacionados com mineralização de Sn, incluem ID (Índice de Diferenciação de Thorton & Tuttle, 1960) e IP (Índice Petrológico de Flinter, Hesp e Rigby, 1972). Eles mostram que a mineralização de Sn ocorre em rochas graníticas, onde  $ID > 85$  e  $IP < 4$ .

As considerações de Flinter, Hesp e Rigby (1972) e Smith & Turek (1976), aplicadas aos maciços da área estudada, permitem estabelecer os que apresentam valores de  $SiO_2 > 72\%$  e  $ID > 85$  mais favoráveis.

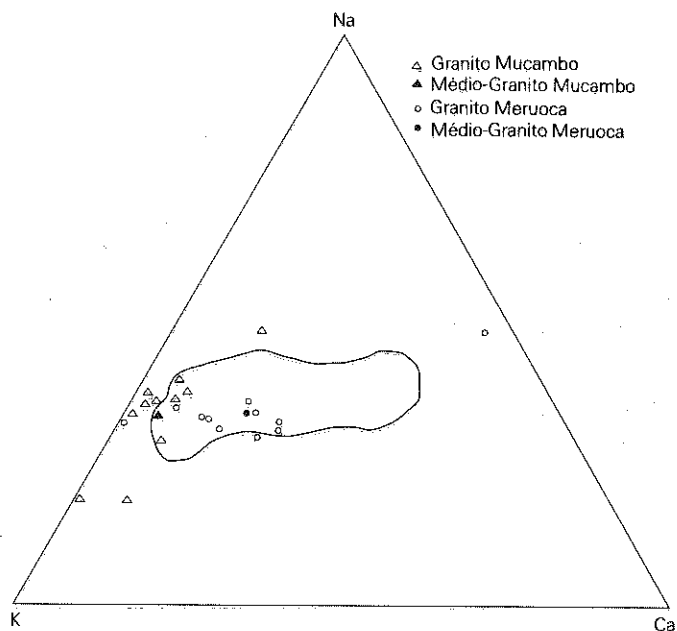


Fig. 1.34 - Diagrama Ca, Na, K (peso iônico por cento) para rochas graníticas magmáticas, e de substituição, Raju & Rao (1972).

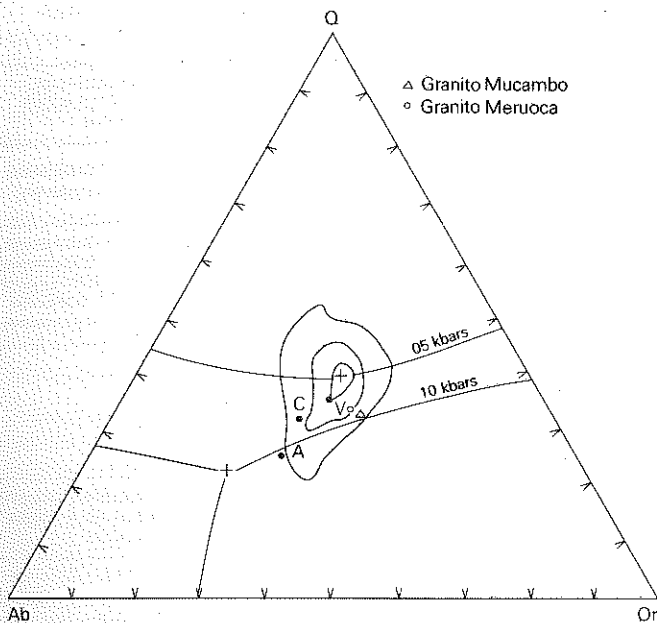


Fig.1.35 - Diagrama ternário Q, Ab, Or com isobáricas mínimas. Tuttle & Bowen (1958), Luth, Jahns e Tuttle (1964) com composição média dos granitos Variscanos (V), Caledonianos (C) e alpinos (A), segundo Hall (1971).

MACIÇO	SiO <sub>2</sub> >72%	ID>85
Granito Meruoca (x̄ 11)	72.99	94
Granito Mucambo (x̄ 11)	69.36	82

Assim, pela análise conjunta dos dados das relações, anteriormente apresentados, conclui-se que, entre os maciços graníticos estudados ainda insuficientemente, pois faltam análises químicas dos elementos maiores do Granito Serra da Barriga, os mais especializados metalogicamente para concentrações econômicas de Li, Rb, Be, Sn, W, Nb, Ta, TR, Mo, Fe, e Cu são pela ordem:

MACIÇO	Ba/Rb	Rb/Sr x 100	SiO <sub>2</sub> >72%	ID>85
Granito Serra da Barriga	1.88	479.56		
Granito Meruoca	9.86	379.81	72.99	94
Granito Mucambo	9.76	85.70	69.36	82

Segundo Beus (1969), a Tabela 1.XXXI ilustra o critério geoquímico, específico para a determinação de complexos graníticos, que são fonte para depósitos de tungstênio e estanho, nos veios de quartzo e *graisen* e, também, para depósitos de tântalo nos apogranitos e pegmatitos.

Estes critérios são baseados no tratamento estatístico de dados quantitativos da distribuição de elementos — indicadores em amostras de rochas. Cada população geoquímica inclui 40 a 80 amostras, representativas de vários complexos graníticos de diferentes regiões da URSS. A confiança do critério é garantida por uma nítida diferença (5 a 30 vezes), na probabilidade da aparição dos conteúdos indicadores ou razões indicadoras nas populações da amostra de granitos, portadores de minério ou estêreis.

Assim, através do elemento indicador ou da razão indicadora de Beus (1969), procuramos, através dos dados constantes da Tabela 1.XXXIV, estudar o comportamento dos granitos da Folha SA-24 Fortaleza, cujos resultados são mostrados logo a seguir (Tab. 1.XXXII).

Segundo Tauson & Kozlov (1973), as razões K/Na, K/Rb, Ba/Rb, Li x 1000/K, F/Li, Li/Pb e Li/Zn são as melhores indicadoras do de-

envolvimento dos processos de diferenciação e emanação em corpos graníticos, cujas razões de concentração são reproduzidas na Tabela 1.XXXIII.

Os autores supracitados dizem que existe uma forte correlação entre Li e F, na formação de halos relacionados a minérios de diferentes gêneses. A razão Li/Pb, nos halos de *graisen*, é 20 vezes maior do que aqueles, contendo mineralização filoneana hidrotermal. O estudo da razão Li/Zn, nos granitos da Transbaikalia oriental, mostrou que, nos complexos portadores de minérios, ela é maior do que 1 e nos estêreis menor do que 1. A constância da razão F/Li, em fases intrusivas de complexos magmáticos, pode ser usada para determinar a que série o granito sob investigação se relaciona.

O tratamento dos dados constantes da Tabela 1.XXXIV referentes aos Granitos Mucambo, Serra da Barriga, Meruoca, com relação às razões Ba/Rb, Li/Pb e Li/Zn, face à insuficiência de dados para as demais razões, permite-nos apresentar os seguintes resultados:

RAZÕES DE CONCENTRAÇÃO	GRANITO MUCAMBO	GRANITO SERRA DA BARRIGA	GRANITO MERUOCA
Li/Pb	82.5	126.25	47.5
Li/Zn	0.24	0.50	0.10

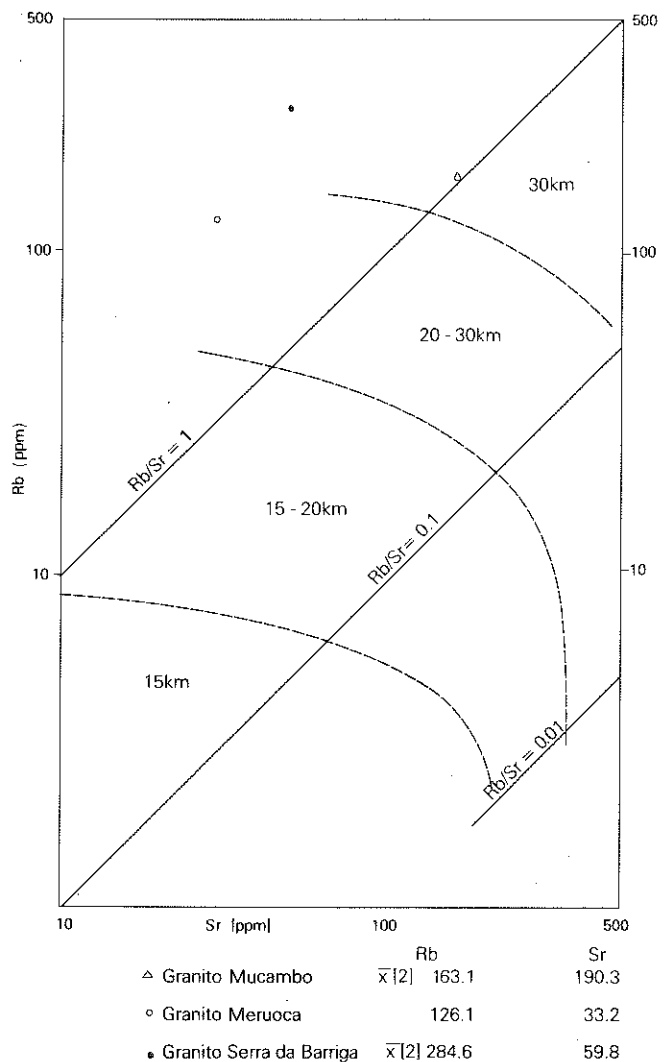


Fig.1.36 - Diagrama de Conde (1973).

TABELA 1.XXXI

Critérios geoquímicos para determinação de granitos fontes nos depósitos de metais raros (Li, Be, Sn, W, Ta, Nb)

ELEMENTO INDICADOR OU RAZÃO INDICADORA (NÚMERO DE AMOSTRAS)	ABUNDÂNCIA MÉDIA (ppm) OU RAZÃO*		CONTEÚDO (ppm) OU RAZÃO SELECIONADO COMO CRITÉRIO	PROBABILIDADE DO VALOR INDICADOR NAS POPULAÇÕES DA AMOSTRA	
	Em granitos portadores de minério**	Em granitos estéreis		Em granitos portadores de minério	Em granitos estéreis
Li (60)	80 ± 20	37 ± 6	100 e mais	0.23 e mais	0.02 e menos
Sn (75)	15 ± 4	5 ± 1	20 e mais	0.16 e mais	0.01 e menos
Mg/Li (40)	75 ± 30	270 ± 80	30 e menos	0.27 e mais	0.001 e menos
Zr/Sn (40)	30 ± 10	76 ± 20	100 e mais 30 e menos	0.30 e menos 0.46 e mais	0.98 e mais 0.07 e menos

\*O erro da média aritmética foi determinado com a probabilidade de 0.95. \*\*Baseado nas seguintes regiões: Transbaikalia, Far East, Kalba, Ural e Ásia Central (URSS).

TABELA 1.XXXII  
Comportamento dos granitos da Folha SA. 24

GRANITO MUCAMBO	GRANITO SERRA DA BARRIGA	GRANITO MERUOÇA
Li(1)33* Sn(2)~12.5 Mg/Li(1)90 Zr/Sn(1)40	Li(2)50.5 Sn(2)~2.5 Mg/Li Zr/Sn	Li(1)19 Sn(1)<2.5 Mg/Li Zr/Sn

\*Os valores numéricos em (ppm).

TABELA 1.XXXIII  
Razão de concentração de vários tipos de granitos

RAZÕES DE CONCEN- TRAÇÕES	PLAGIO- GRANITOS	GRANITOS ULTRAMETA- MÓRFICOS	GRANITOS PALINGE- NÉTICOS	LEUCOGRAN- ITOS PLU- MÁSITICOS	LEUCOGRAN- ITOS AG- PÁITICOS	GRANITO "MÉDIA"
K/Na	0.16	2.2	1.1	1.4	1.2	1.2
K/Rb	1250	385	240	100	290	165
Ba/Rb	45	11.5	5.3	0.5	0.34	4.1
Li x 1000/K	0.4	16	16	31	29	20

TABELA 1.XXXIV  
Conteúdo em elementos-traço

ELEMENTO EM (ppm)	GRANITO MUCAMBO		GRANITO SERRA DA BARRIGA		GRANITO MERUOÇA	RIOLITO MERUOÇA
	264-AG-76	251-DN-91	282-AG-DN-134	282-AG-DN-140	251-DN-52	251-DN-58
Ag	< 0.04	—	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04
As	< 0.8	—	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Au	< 0.19	—	< 0.19	< 0.19	< 0.19	< 0.19
B	—	10	—	—	—	—
Ba	1686	1500	537	< 0.7	1244	600
Be	< 0.06	5	< 0.06	< 0.06	< 0.06	< 0.06
Bi	< 0.3	—	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Ca	—	10000	—	—	—	—
Cd	< 0.02	—	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Ce	—	< 500	—	—	—	—
Co	47	7	44	44	44	47
Cr	24	15	28	33	28	29
Cu	27	5	35	40	71	45
Fe	—	70000	—	—	—	—
Ga	—	507	—	—	—	—
Ge	—	—	—	—	—	—
Hg	< 6.1	—	< 6.1	< 6.1	< 6.1	< 6.1
La	—	200	—	—	—	—
Li	33	—	50	51	19	9
Mg	—	3000	—	—	—	—
Mn	1551	1500	1588	2629	1899	230
Mo	133	5	139	256	170	250
Nb	—	20	—	—	—	—
Ni	40	7	44	44	36	40
P	—	—	—	—	—	—
Pb	< 0.4	50	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Rb	146.2(*)	180	267.0(*)	302.2(*)	126.1(*)	< 0.4
Sb	< 0.6	—	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6
Sc	—	20	—	—	—	—
Sn	< 2.5	10	2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5
Sr	180.6(*)	200	95.7(*)	23.99(*)	33.2(*)	< 0.2
Th	—	—	—	—	—	—
Ti	2939	5000	1143	666	1514	831
U	—	—	—	—	—	—
V	< 1.3	20	< 1.3	< 1.3	< 1.3	< 1.3
W	< 12	12	< 12	< 12	< 12	< 12
Y	—	150	—	—	—	—
Zn	134	—	113	88	176	43
Zr	—	500	—	—	—	—

Obs.: As análises foram efetuadas nas amostras secas a 105-110°C. Os métodos utilizados nas determinações foram os seguintes: Determinação do P através do Método Gravimétrico. Os demais elementos foram determinados através da Espectrometria de Absorção Atômica. Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED), Camaçari, BA. Laudo Análises. LAQUIM. N.º 1.127 a 1.132/78.

(\*) Determinações efetuadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da Universidade de São Paulo. Método Fluorescência de Raios X.



Assim, através da manipulação das razões Ba/Rb de Tauson & Kozlov (1973), Rb/Sr x 100 de Lawrence (1975), do conteúdo de SiO<sub>2</sub>, segundo Flinter, Hesp e Rigby (1972), o ID de Thorton & Tuttle (1960), assinalado por Smith & Turek (1976), bem como o elemento indicador ou razão indicadora, Li, Sn, Mg/Li e Zr/Sn de Beus (1969), bem como as razões Li/Pb e Li/Zn de Tauson & Kozlov (1973), referentes aos maciços graníticos da Folha SA.24 Fortaleza, ainda que os resultados sejam em pequeno número, vislumbra-se, face aos valores numéricos, ser o Granito Serra da Barriga o único a apresentar parâmetros, consentâneos de uma perspectiva metalogenética para elementos granitofílicos; os demais, Granitos Mucambo e Meruoca, são desfavoráveis.

#### 1.1.2.1.7 — Grupo Jaibaras

##### A) Generalidades

O emprego do termo "Série Jaibaras" foi utilizado originalmente por Oliveira & Leonardos (*op.cit.*), para agrupar uma seqüência de rochas composta de derrames ácidos e básicos que, segundo eles, se sobrepõem ao Granito Meruoca e que estão sotopostas a conglomerados que passam para arenitos, seguidos de folhelhos, calcários e novamente folhelhos, de idade presumível siluriana.

No esquema estratigráfico proposto por Kegel, Scorza e Coelho (*op.cit.*), a Formação Jaibaras engloba os Membros Aprazível e Trapiá, com uma posição basal na seqüência, sendo recoberta pela então denominada Formação Bambuí.

Winge (*op.cit.*) designou de Grupo Jaibaras aos seguintes conjuntos de rochas, subdividido em três subgrupos: "superior, conglomerado brechóide; médio, vulcânicas andesíticas; e inferior, arenitos, siltitos e conglomerados".

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op.cit.*) agrupam o seguinte conjunto litológico como pertencente ao Grupo Jaibaras: uma unidade litoestratigráfica basal composta de arenitos, siltitos e conglomerados, pertencentes à Formação Trapiá; rochas graníticas, derrames e diques andesíticos; conglomerados polimíticos da Formação Aprazível.

Essa mesma proposição também foi apresentada por Danni (1972), obedecendo à mesma ordem estratigráfica, sugerida por aqueles autores.

Costa *et alii* (1973) discordam dos trabalhos anteriormente realizados, e referindo-se aos conceitos apresentados por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op.cit.*), dizem: "A aplicação deste esquema estratigráfico nos trabalhos de mapeamento ora empreendidos mostrou-se em parte incompatível com os fatos observados, impondo uma redefinição estratigráfica do Grupo Jaibaras, apoiada principalmente em critérios tectônico-estruturais".

"O posicionamento das intrusões graníticas da área de Mucambo e da Serra Meruoca—Rosário no Grupo Jaibaras também mostrou-se incoerente com as evidências de campo e laboratório. A ausência de qualquer manifestação de metamorfismo térmico nas extensas áreas de contato da Formação Pacujá com os referidos granitos indica claramente a condição pré-Jaibaras dos mesmos".

"A completa "suite" de rochas vulcânicas e associadas, características do Graben de Jaibaras, foi aqui reunida sob a denominação de Formação Parapuí e corresponde ao Grupo Jaibaras médio (vulcânicas andesíticas) de Winge (*op.cit.*) e à unidade de andesitos de Danni (*op.cit.*)".

"Finalmente, para os conglomerados superiores do Grupo Jaibaras foi conservada a denominação original de Kegel *et alii* (*op.cit.*), de Formação Aprazível, adotando-se, porém, a conceituação litoestratigráfica definida por Cobra (*op.cit.*), e que atribui à mesma posição terminal do grupo".

Neste trabalho, os autores propõem uma redefinição dos conceitos emitidos para as formações que compõem o Grupo Jaibaras, baseada em observações petrológicas e estruturais, efetuadas no decorrer deste mapeamento, que em parte mostraram-se incoerentes com os esquemas estratigráficos até então apresentados.

Assim é que foi constatado que a Formação Coreau do "Grupo Bambuí" e a Formação Pacujá do Grupo Jaibaras definidas e individualizadas por Costa *et alii* (1973) apresentam em toda sua extensão as mesmas características físicas, tanto litológica quanto estrutural, não sendo também observadas as evidências de metamorfismo de contato do Granito Meruoca com a Formação Coreau, conforme foram assinaladas por aqueles autores.

Estes fatos foram condicionantes para a reunião das duas formações acima mencionadas como constituindo uma única unidade litoestratigráfica, mantendo-se entretanto a denominação original de Costa *et alii* (1973), de Formação Pacujá, conforme será descrita neste relatório.

Em sua nova conceituação o Grupo Jaibaras será considerado neste relatório como uma unidade litoestratigráfica constituída por três formações, a saber: uma unidade litoestratigráfica basal, composta de conglomerados brechóides, pertencentes à Formação Massapê, passando para uma seqüência de arenitos com lentes de conglomerado, Formação Pacujá, e um conglomerado de topo da Formação Aprazível.

##### B) Posição estratigráfica

Baseado nas informações adquiridas nos trabalhos de mapeamento verificou-se ser de difícil separação por critérios estratigráficos, estruturais e mesmo petrográfico os arenitos pertencentes às Formações Coreau do "Grupo Bambuí" e Pacujá do Grupo Jaibaras, no sentido em que foram definidos por Costa *et alii* (1973). Este fato é extensivo à Formação Parapuí composta de rochas vulcânicas e termos intrusivos associados, que neste relatório será tratada como uma provável associação co-magmática com os Granitos Mucambo e Meruoca. Baseados nestas observações é que os autores deste trabalho propõem uma redefinição do Grupo Jaibaras em seus termos de ordem estratigráfica.

O Grupo Jaibaras foi colocado com as suas diversas unidades litoestratigráficas em ordem cronológica da base para o topo, representado pelas Formações Massapê, Pacujá e Aprazível como de idade cambro-ordoviciano, constituindo a sedimentação típica de ambiente continental, pós-granitogênese Mucambo, Meruoca e vulcanogênese Parapuí.

O Grupo Jaibaras exibe um condicionamento geotectônico caracterizado pelo início de uma sedimentação continental representada pelas brechas conglomeráticas basais da Formação Massapê. Esta última unidade litoestratigráfica ocorre em áreas muito restritas, apenas constatada com excelentes exposições a noroeste da cidade homônima, e na região a oeste do riacho Cajazeiras.

As representações do Grupo Jaibaras geralmente exibem contatos tectônicos por falhamentos ao longo do Lineamento Sobral—Pedro II, com o Complexo Nordeste e com o Grupo Martinópolis na zona de falha de Massapê (Fig. 1.37). Não foram observados os contatos da secção basal dessa unidade litoestratigráfica com as Formações do Grupo Ubajara, sendo que nas regiões entre Aprazível, Coreau e Arapá são nítidos os limites bruscos com as ardósias, calcários e arenitos das Formações Caiçaras, Frecheirinha e Trapiá.

##### C) Distribuição na área

As três unidades litoestratigráficas que constituem o Grupo Jaibaras se distribuem de forma muito ampla em toda a bacia, sendo a sua área de ocorrência mais importante a parte que corresponde ao que foi denominado por Costa *et alii* (1973) como "Graben de Jaibaras" admitido como uma ramificação do graben principal.

Na sua porção mais oriental da bacia, o Grupo Jaibaras se estende desde a escarpa da serra da Ibiapaba, onde é recoberto pelos sedimentos de idade paleozóica da Sinéclise do Parnaíba, limitando-se ao longo do Lineamento Sobral—Pedro II até próximo à cidade de Morrinhos. Ocorre ainda na parte ocidental de forma aproximadamente retilínea na direção nordeste, infletindo para sul,



Na porção central da figura, ocorrem litotipos representativos do Grupo Jaibaras composto pela Formação Massapé (G<sub>0</sub>m), representada por conglomerados e brechas, constituídos principalmente de seixos de migmatitos, gnáisses, vulcânicas e arenitos; Formação Pacujá (G<sub>0</sub>p), constituída de arenitos, e pela Formação Aprazível (G<sub>0</sub>a) representada por conglomerados e brechas com seixos de vulcânicas, granitos, arenitos e calcários dominantes.

Assoma ainda um complexo de rochas vulcânicas dos tipos basaltos, andesitos e riolitos, termos intrusivos associados, gabros, dioritos, andesitos e granitos pertencentes ao Vulcanismo Parapuí (G<sub>pa</sub>). Em contato por falhamento com o

Grupo Jaibaras ocorrem o granito intrusivo Meruoca (G<sub>ym</sub>) e os metamorfitos do Grupo Martinópole (pG<sub>m</sub>). Todo esse conjunto de rochas ocorre embutido no *Graben* de Jaibaras que forma um arcabouço estrutural cuja configuração morfotectônica é nitidamente ressaltada pela Falha de Tangente e pela feição lineagênica mais proeminente da área que é o Lineamento Sobral—Pedro II. Este elemento estrutural define o contato entre a seqüência de rochas da Bacia de Jaibaras com o conjunto litológico de características polimetamórficas que constitui o Complexo Nordestino (pG<sub>n</sub>). Imagem SLAR, obtida em 1975/1976 — RADAMBRASIL — Folha SA.24-Y-D. Escala aproximada 1:250.000.





Qa - Aluvião	pCm - Grupo Martinópolis	Contato definido	Falha de empurrão
TOB - Grupo Barreiras	pCn - Complexo Nordestino	Contato transicional	Eixo de sincinal com caimento
SDsg - Form. Serra Grande	st - Sienito Tucunduba	Contato litológico	Falha de deslocamento horizontal
COJa - Form. Aprazível	qgn - Quartzitos e Gnaisses dominantes	Falha, traço longo onde inferida, traço curto onde encoberta	Alinhamento, delimitação de estrutura, traço de camada
COjp - Form. Pacujá		Falha Normal - Bloco Alto	Zona de silicificação
COjm - Form. Massapé	Direção e mergulho da foliação		
Crm - Granito Meruoca	Fratura		
Cpa - Vulcanismo Parapui			

Fig. 1.37 - Região de Massapé, porção nordeste do Graben de Jaibaras. Falhamentos NE-SO colocando em contato litológica do Grupo Jaibaras e Vulcanismo Parapui com o Grupo Martinópolis e o Complexo Nordestino. Escala 1:250.000, Folha SA.24-Y-D.

próximo à serra da Meruoca. Outras representações do Grupo Jaibaras foram mapeadas na borda ocidental do Graben de Martinópole ao longo da zona de cisalhamento de Jaguarapi.

#### D) Formação Massapê

##### I. Generalidades

Oliveira & Leonardos (*op. cit.*) já colocam em destaque os conglomerados que ocorrem na Bacia de Jaibaras, como um elemento muito bem individualizado da seqüência litológica agrupada sob a denominação de "Série Jaibaras".

Kegel, Scorza e Coelho (*op.cit.*) agruparam todos os conglomerados por eles observados nesta área sob a denominação de Membro Aprazível, unidade litoestratigráfica basal da então proposta Formação Jaibaras.

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op.cit.*) referem-se aos conglomerados que afloram no corte da ferrovia situado a 1 km a oeste de Massapê como elemento basal da Formação Trapiá e sugerem o nome de Membro Massapê para o mesmo.

Costa *et alii* (1973) dizem: "O mapeamento regional revelou em diversas áreas da bacia a continuidade do conglomerado basal do Grupo Jaibaras, ocupando posição tectônica e estratigráfica bem definida e caracterizado por grande variedade faciológica. Para esta unidade litoestratigráfica, pela primeira vez individualizada em mapas e definida em suas características litológicas, tectônicas e estratigráficas, propomos a denominação de Formação Massapê. Este nome corresponde à cidade nos arredores da qual foi definida a Formação e aproveita a denominação sugerida por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op.cit.*). A Formação Massapê compreende os conglomerados polimíticos, brechóides, compostos por elementos angulosos oriundos de fonte, próximo à área de deposição, cimentados por matriz areno-arcoseana, vermelha ou cinza-escuro, de caráter molassóide. Ocupa claramente a base do "Grupo Jaibaras".

A Formação Massapê será definida no mesmo sentido em que o fizeram Costa *et alii* (1973), isto é, ocupando a posição basal do Grupo Jaibaras, ficando entretanto restritas as suas áreas de ocorrência a oeste de Massapê e do riacho Cajazeira.

##### II. Posição estratigráfica

Os conglomerados polimíticos brechóides, compostos de litologias as mais variadas e oriundas de fonte próximo à área de deposição, ocupam, claramente, a base do Grupo Jaibaras, sendo que as suas melhores exposições ocorrem no corte da RFF S/A, a 1 km a noroeste de Massapê e oeste do riacho Cajazeira, com passagens transicionais para os arenitos da Formação Pacujá.

Apresentam-se a seguir algumas conclusões tiradas das observações realizadas em vários perfis da bacia (Fig. 1.38), notadamente no que diz respeito à posição dos conglomerados e das brechas, que ocorrem em vários locais do Graben de Jaibaras, compondo as Formações Massapê e Aprazível.

Devido à grande movimentação vertical das falhas, a bacia foi sempre ativada formando conglomerados e brechas, muitos destes de difícil posicionamento, sendo que ora estas repousam discordante sobre os psamitos da Formação Pacujá, caso verificado na estrada de Massapê rumo ao açude Acaraú-Mirim, nas proximidades de Aprazível no trecho Aprazível—Frecheirinha, BR-222, e no trecho Mucambo—Pacujá.

Já no trecho Sobral—Aprazível acredita-se que os conglomerados e brechas, apesar das características petrográficas semelhantes aos dos trechos citados acima, constituem base, pois a 9 km de Sobral, na rodovia BR-222, ocorrem níveis de conglomerados com seixos de vulcânicas e granitos dentro do arenito. É provável que outros conglomerados, nesta mesma secção, repousem discordantemente sobre os arenitos da Formação Pacujá.

Ainda quanto à ordem estratigráfica dos conglomerados, observamos os erros de interpretação quanto ao posicionamento deles. Como a maioria dos conglomerados contém seixos de arenitos é comum concluir-se que os mesmos são pós-arenitos. Acontece que na maioria das vezes, à medida que depositam-se os conglomerados, simultaneamente o eram os arenitos como se infere da observação de que a matriz dos conglomerados é composta de arenito semelhante ao Arenito Pacujá.

Exemplo típico tem-se próximo a Massapê, num afloramento situado no corte da ferrovia, onde o conglomerado brechóide basal passa transicionalmente para os arenitos. Isto é, vai empobrecendo em seixos e calhaus passando para os arenitos da Formação Pacujá. A matriz do conglomerado é o próprio arenito, assim como fragmentos do arenito ocorrem no conglomerado. A 5 km de Sobral, rodovia BR-222, ocorrem seixos de arenitos dentro do conglomerado, assim como em vários outros locais da área, daí o erro de se pensar que toda vez que o conglomerado contém fragmentos de arenitos seja de topo.

Conclui-se portanto que os conglomerados e brechas constituem vários níveis e ocorrem como sedimentação basal, intraformacional (conglomerados com mais de 90% de seixos e calhaus de arenito) e de topo, sendo portanto bastante difícil, em alguns locais, posicionar certos níveis na coluna estratigráfica.

##### III. Distribuição na área

A Formação Massapê apresenta-se de forma muito localizada, ocupando em relação às demais unidades litoestratigráficas a menor área mapeada.

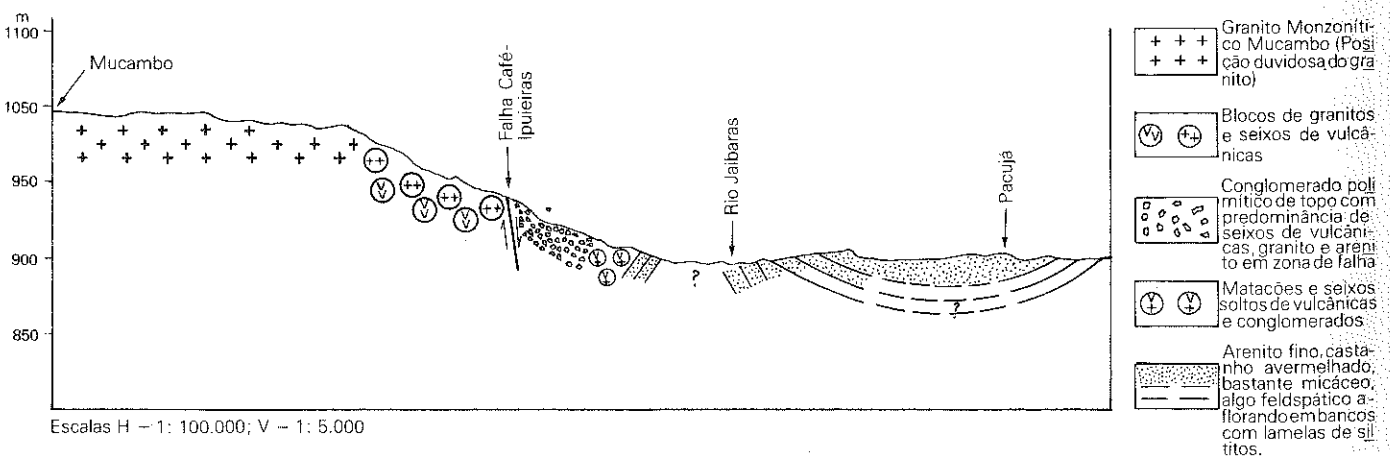


Fig. 1.38 - Perfil geológico esquemático (Mucambo-Pacujá).

A sua ocorrência mais significativa situa-se a 1 km aproximadamente a oeste de Massapê com excelentes exposições no corte da ferrovia e ao longo da zona da falha homônima nas áreas adjacentes ao riacho Cajazeira.

A sua distribuição e continuidade física nas demais partes da bacia deverão existir, entretanto não foi observada em outras localidades com expressão de mapeabilidade na escala de trabalho.

As áreas individualizadas por Costa *et alii* (1973) na região de Aprazível e ao longo da borda do Granito Meruoca, como pertencentes à Formação Massapê, não se mostraram condizentes com as observações obtidas neste trabalho, sendo tratadas como parte integrante da Formação Aprazível.

#### IV. Petrografia

Litologicamente é composta por brechas basais e conglomerados polimíticos que apresentam boas exposições a noroeste de Massapê e a sudeste de Parapu, ambas ocorrências limitadas a oeste pela Falha de Massapê.

Macroscopicamente são rochas de coloração cinza, cinza-escuro, cinza-esverdeado e arroxeadas, heterogêneas, bastante compactas. Em muitos casos silicificadas, com aspecto definido de brecha, por vezes conglomerático. Constitui-se de fragmentos angulosos, seixos, calhaus, matações de gnaisses, migmatito, Granito Meruoca, vulcânicas, arenito, quartzito, filito, quartzito e siltito.

Em algumas amostras esta rocha pode exibir-se maciça, pouco anisotrópica com granulação fina a grosseira ou por vezes afanítica. Contém fragmentos de arenito, granito, quartzito hialino, filito e clastos minerais, guardando em certos casos alguma orientação.

Microscopicamente esta formação é bastante difícil de ser estudada; isto se deve a sua alta heterogeneidade, onde em uma amostra de mão vários litoclastos de granito, arenito, siltito, gnaisses e outros podem ser encontrados, de modo que a composição de um número reduzido de lâminas delgadas certamente não fornecerá um resultado representativo da formação.

Mello, Z. (1977), estudando rochas de granulação mais fina, a noroeste de Massapê, chegou à seguinte conclusão: são rochas de estrutura brechosa com distribuição regular de grandes litoclastos, numa matriz areno-ferruginosa de coloração marrom-avermelhada. Compõem-se predominantemente de litoclastos de dimensão e composição variada, contendo também clastos minerais de dimensões menores. A granulação em geral é grosseira, e os grãos variam de muito angulosos a subarredondados com baixa esfericidade. A ausência de argila e angulosidade dos grãos colocam esta rocha no estágio submaturo. A compactação, o cimento ferruginoso-carbonático, a neoformação entre os clastos e a matriz, e entre os clastos da matriz e o cimento, a remobilização de sílica com recristalização são responsáveis pela ligação forte entre os grãos.

Segundo o autor citado acima, cerca de 70% da rocha são constituídos por fragmentos líticos e fragmentos de minerais, desagregados dos componentes rochosos que sedimentaram rapidamente. Há uma descontinuidade muito grande entre os componentes maiores e a matriz, a qual é representada por um arenito fino com cimento ferruginoso, de cor marrom-avermelhada e assemelha-se muito a algumas fácies de sedimentação regional da Formação Pacujá, de modo que, olhando a matriz da Formação Massapê, nota-se uma semelhança muito grande com os sedimentos da Formação Pacujá e assim surge a idéia de uma sedimentação contínua regional, transportada, onde as fácies grosseiras de Massapê representam um acidente local, devido ao quebra-mento no movimento dos blocos falhados.

Ainda no mesmo trabalho constatou-se que entre os fragmentos monominerálicos encontramos minerais originais dos fragmentos líticos onde destacam-se feldspatos, hornblenda, clorita, quartzito, actinolita, epidoto, biotita, titanita e apatita. Entre os litoclastos observamos representantes das seguintes rochas do embasamento:

Gnaisses hornblêndicos — Constituídos por hornblenda verde, oligoclásio, quartzito, tendo como acessórios epidoto, titanita, apatita e os minerais secundários clorita, carbonato, epidoto, hidromicas e argilas submicroscópicas.

Rochas graníticas — Na realidade não são granitos (s. s.), mas rochas granulares onde o feldspato é abundante, representado por plagioclásio (oligoclásio), associado a quartzito e variando nos diferentes tipos devido à presença ou à ausência de micas e anfibólio. Entre estes tipos granulares, encontram-se microtonalito, constituído por plagioclásio argilizado, quartzito e biotita parcialmente cloritizada tendo como acessórios grânulos de apatita e opaco; quartzito-diorito, formado por plagioclásio (andesina), muito argilizado e sericitizado, algum quartzito e máficos, representados por hornblenda e biotita férrica; diorito, contendo plagioclásio (andesina) argilizado, hornblenda, biotita, clorita e epidoto, e os acessórios opacos e apatita; tonalitos grosseiros, formados apenas por plagioclásio (oligoclásio) argilizado e quartzito; quartzitos grosseiros, representados por quartzito, pequenas quantidades de plagioclásio e leitos carbonáticos; xisto, contendo quartzito, plagioclásio e clorita muito abundante.

Segundo o mesmo autor, unindo estes fragmentos líticos e monominerálicos, existe uma matriz de granulação arenosa fina e siltica, constituída por fragmentos que variam de subangulosos a arredondados, de quartzito, plagioclásio, microclínio, clorita, muscovita, grânulos de epidoto, turmalina e opacos pretos, unidos por cimento sílico-ferruginoso-carbonático.

Ainda Mello, Z. (1977), conclui que a brecha Massapê representa uma seqüência, que alcançou regionalmente apenas os limites físicos da diagênese muito avançada, já com transição para metamorfismo; a presença de laumontita foi interpretada como o efeito de influência térmica local, causada pelo episódio Parapu.

#### E) Formação Pacujá

##### I. Generalidades

Costa *et alii* (*op. cit.*) definem uma unidade litoestratigráfica designando-a de Formação Pacujá, com as seguintes características: "Os arenitos, arcóseos e folhelhos vermelhos arroxeados mencionados por Oliveira & Leonardos (*op. cit.*) foram incluídos por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) no Membro Trapiá da antiga Formação Jaibaras, estratigraficamente sotopostos aos calcários da Formação Bambuí. Recentemente, o Membro Trapiá foi alçado à categoria de formação (Mabesoone, Beurlen e Rand, *op. cit.*; Danni, *op. cit.*), e nela foram incluídas todas as fácies areníticas e arcoseanas ocorrentes na área do Graben de Jaibaras, na região compreendida entre as serras da Meruoca e Ibiapaba".

"A interpretação das informações de campo, à luz de critérios tecto-estruturais, revelou a existência de três unidades litoestratigráficas distintas na área anteriormente mapeada como Formação Trapiá, mantendo, contudo, a denominação original de Kegel para a unidade ocorrente no vale do riacho Trapiá, sotoposta aos calcários do Grupo Bambuí, como reconheceu aquele autor".

"Ocupando a maior parte do Graben de Jaibaras e estruturas menores semelhantes, foi individualizada uma unidade composta de arenitos arcoseanos micáceos, grauvacas, folhelhos micáceos e leitos conglomeráticos. Predominam cores escuras, roxo-avermelhadas, lembrando típicas camadas vermelhas (*red beds*), e subordinadamente cinza-esverdeado e creme. Esta unidade, que se sobrepõe concordantemente à Formação Massapê, foi confundida com a Formação Trapiá e como tal mapeada pelos diversos geólogos que trabalharam na bacia".

A Formação Coreá foi também proposta por Costa *et alii* (1973) para designar: "uma seqüência de arenitos arcoseanos finos de cores creme e cinza-claro e grauvacas líticas escuras, por vezes conglomeráticas, que ocupa posição estratigráfica bem definida como unidade mais jovem do Grupo Bambuí. O conjunto de litologias aqui diferenciado como Formação Coreá tem sido en-



globado por diversos autores na Formação Trapiá, em seu conceito antigo, da mesma forma que todas as demais seqüências areníticas ocorrentes na área das Bacias de Jaibaras e Bambuí”.

Os autores acima referidos consideram duas bacias sedimentares distintas, denominando-as de *Grabens* de Bambuí e Jaibaras, onde a Formação Coreaú constitui uma unidade litoestratigráfica restrita ao *Graben* de Bambuí, sobreposta concordantemente aos calcários da Formação Frecheirinha e localmente sobreposta à Formação Trapiá na parte noroeste da serra do Penanduba. Afirmam ainda que os contatos com a formação basal do Grupo Jaibaras são invariavelmente de caráter tectônico.

Diante dos novos dados obtidos neste trabalho, baseados em características litológicas, estruturais e análise petrográficas, os autores não encontram suporte e parâmetros suficientes que os permitam confirmar ou justificar a proposição apresentada por Costa *et alii* (1973) para a individualização das Formações Coreaú e Pacujá, como unidades litoestratigráficas distintas pertencentes aos Grupos Bambuí e Jaibaras, respectivamente.

Nesse sentido propõe-se uma redefinição para as citadas formações, que serão tratadas nesse relatório como constituindo uma única unidade litoestratigráfica pertencente ao Grupo Jaibaras, mantendo-se entretanto a denominação original de Formação Pacujá. Essa posição, de certa forma, é compatível com os esquemas já apresentados anteriormente por Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*), bem como por Danni (1972), tratando-se do ponto de vista litológico, excluindo-se dos esquemas propostos por esses últimos autores as litologias que compõem atualmente as Formações Trapiá e Massapê, conforme já foram analisadas em textos anteriores.

## II. Posição estratigráfica

Como pode ser constatado nas seções de Massapê e do riacho Cajazeira, a Formação Pacujá sobrepõe-se concordantemente aos conglomerados brechados da Formação Massapê, observando-se uma passagem gradacional nítida entre as duas formações. No restante dos perfis realizados (Fig. 1.39), inclusive nas suas seções mais típicas, não foram observados os contatos basais com as demais unidades adjacentes. Em certas áreas esses contatos correspondem a falhas ou se constituem limites com passagens bruscas.

Em vários afloramentos registrou-se a ocorrência de rochas vulcânicas e hipobássais intercaladas nessa unidade litoestratigráfica, como por exemplo no riacho Cajazeira e áreas adjacentes. É notável o enxame de diques de diabásio que seccionam a Formação Pacujá, localizados nas áreas a noroeste da cidade de Coreaú, bem como diques de dacito entre o Km 294 e 293 da rodovia BR-222 correlacionados duvidosamente à Formação Parapuí por Costa *et alii* (1973).

## III. Distribuição na área

A Formação Pacujá, em sua conceituação atual, recobre uma faixa que vai desde o sopé da escarpa da serra da Ibiapaba, onde ocorre sotoposta aos sedimentos paleozóicos da Sinéclise do Parnaíba,

ocupando a região oeste do *Graben* de Jaibaras até a altura da cidade de Coreaú, onde sofre inflexão para sul, ocupando o vale do rio homônimo, e uma faixa estreita e irregular ao longo da rodovia CE-71, até a região de Aprazível. Na porção leste do *graben*, ocorre de forma regular desde a região de Pacujá, Graça e Arariús indo na direção nordeste até a altura dos municípios de Massapê e Parapuí. Ocorre ainda em áreas isoladas na borda oeste do *Graben* de Martinópolis, sobreposta em discordância sobre as litologias que compõem o Grupo Martinópolis.

## IV. Petrografia

Litologicamente é constituída de arenitos finos, grauvascas, conglomerados intraformacionais e brechas. Apresenta boas exposições ao longo da rodovia BR-222 no trecho Sobral—Aprazível, bem como entre Aprazível e Coreaú, e nas áreas circunjacentes à cidade que lhe empresta o nome.

Macroscopicamente é constituída predominantemente por arenitos finos feldspáticos, por vezes micáceos, com coloração cinza, esverdeada, castanha, marrom-arroxeadas e creme. São mal selecionados, em geral bastante compactos, por vezes silicificados, guardando certa homogeneidade em algumas amostras. Podem apresentar-se fraturados, onde algumas fraturas mostram-se preenchidas por carbonato de cálcio. Os principais constituintes são o quartzo, feldspatos, fragmentos de rochas e argila. Os conglomerados e brechas de cores similares aos arenitos são constituídos por heteroclastos com tamanho variando de 1 mm a 10 mm, cujos fragmentos são representados por arenito, vulcânicas, granito, quartzito, siltito e quartzo cimentado por uma matriz siltico-argilosa.

Microscopicamente, a análise de oito amostras de granulação siltico-argilosa a arenosa revelou as seguintes características (Tab. 1.XXXV): constituem-se de um mosaico heteroclástico, constituído por litoclastos de argilito, calcário e quartzito seguido de clastos isolados de quartzo microclínico, plagioclásio, hidromuscovita, biotita ferrificada e cloritizada, *chert*, turmalina, rutilo, zircão e opaco, cuja granulometria varia de areia grossa a silte. Estes clastos podem se tocar e neste caso os contatos são retos e côncavo-convexos demonstrando o baixo grau diagenético a que foram submetidos. Encontram-se os clastos unidos por uma matriz argilosa, por vezes discretamente recristalizada para micas do tipo illita, sericita e clorita, assim como podem estar cimentados por carbonatos localizados, mas dominando o material terrígeno. Em algumas amostras as lamelinhas de muscovita clástica podem mostrar-se orientadas segundo o plano de sedimentação.

Os grãos de um modo geral apresentam um grau de arredondamento que varia de anguloso a subarredondado, com baixa esfericidade, que, associado à alta percentagem de argila, situa estas rochas como de natureza imatura.

Mello, Z. (1977) estudando microscopicamente a Formação Pacujá no trecho Sobral—Massapê identificou três tipos de arenitos com as seguintes características:

— rocha heteroclástica constituída em cerca de 80% de litoclastos e clastos minerais distribuídos numa matriz siltico-ferruginosa e cimentados por calcita espática. Os clastos vão de 1 mm a 10 mm,

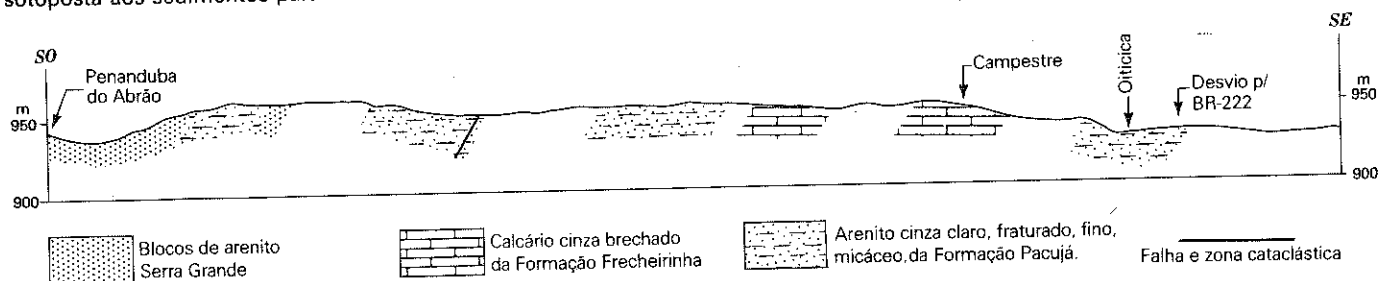


Fig. 1.39 - Perfil geológico esquemático (Penanduba do Abrão-Oiticica).

TABELA 1.XXXV  
Grupo Jaibaras

AMOSTRAS	FORMAÇÃO APRAZÍVEL						FORMAÇÃO PACUJÁ						
	264-AG-72 SA.24-Y-C	264-AG-73 SA.24-Y-C	361-DN-RM MB-JR-154 SA.24-Y-D	251-DN-82 SA.24-Y-C	251-DN-85 SA.24-Y-C	251-DN-85 SA.24-Y-C	264-AG-68 SA.24-Y-C	264-AG-80 SA.24-Y-C	262-AG-DN-126 SA.24-Y-D	361-DN-RM MB-JR-147 SA.24-Y-D	361-DN-RM MB-JR-148(1) SA.24-Y-D	361-DN-RM MB-JR-148(2) SA.24-Y-D	361-DN-RM MB-JR-157 SA.24-Y-D
Quartzo	x	x	x				37.0	x		x	x	x	x
Feldspato	x	x					43.0			x	x	x	x
Feldspato-alcalino			x										
Plagioclásio			x					x					
Muscovita									x	x			
Anfíbólio		x											
Apatita								x		x			
Epidoto	x	x											x
Opacos		x						x		x	x	x	
Zircão			x										
Óxido de ferro			x										
Clorita	x		x							x			x
Sericita	x		x							x			
Carbonatos								x		x			
Fragmentos de rochas		x					4.0	x		x	x		
Argilo-minerais	x												
Fragmento arenito												x	
Areia				20.1	12.4	44.5				3.0			
Silte				57.3	54.3	35.9				55.0			
Argila				22.6	33.3	9.3		x				x	x
Cimento						20.4	15.0		2.0				
Matriz								40.0					
Acessórios							Tr.						

(20.1): Presença do mineral com percentagem determinada. (x): Presença do mineral sem percentagem determinada. Tr.: Traços do mineral.

com esfericidade variando de baixa a alta e arredondamento oscilando de muito anguloso a subarredondado. Este arcabouço está unido incipientemente pela matriz ou tocando-se em contatos côncavo-convexos e retos. Mineralogicamente a rocha constitui-se de fragmentos de rochas, feldspatos e quartzos predominantemente. Contém ainda mica clástica, opaco, turmalina, epidoto e titanita; — rocha heteroclástica apresentando descontinuidade granulométrica onde se individualiza faixa de granulação mais grosseira

com distribuição serial e faixas de granulação fina bem classificada. As faixas de distribuição seletiva de granulação fina, cujos grãos vão de 0,1 mm a 0,3 mm, podem ser invadidas por clastos maiores de até 1 mm, dispersos esparsamente; estas faixas são mais ricas em argila, exibindo recristalização para hidromicas orientadas e alternando-se em faixas arenosas heteroclásticas e poli-minerálicas onde o material das faixas finas funciona como matriz. O cimento e a matriz são incipientes e os clastos geralmente se to-

cam em contatos côncavo convexos e suturados, sendo raros os contatos retos.

A matriz é constituída pelos mesmos elementos da faixa de granulção fina, que por sua vez apresenta a mesma composição mineral da porção grosseira, onde os fragmentos de rocha em geral compõem os grãos maiores e são representados por fragmentos de rochas quartzo-feldspáticas que podem representar migmatitos, granitos ou gnaisses, fragmentos de traquito, riolito, siltito micáceo, quartzito puro, sericíticos, cloritosos e filitosos.

Os fragmentos mineralícos podem atingir grandes dimensões e são representados por quartzo, microclínio, plagioclásio, alguns clastos de carbonato, havendo uma gradação granulométrica, estrutura serial, para matriz, que além dos minerais já citados, observa-se neoformação de clorita e ilita na matriz com argilo-minerais, agregados microgranulares de epidoto neoformado e clastos de epidoto fortemente pleocróicos herdados, turmalina neoformada associada a filosilicatos e turmalina clástica, lamelas pequenas de biotita clástica, parcialmente cloritizadas com liberação de ferro; e — rocha com textura homogênea, unimodal primária, modificada para textura bimodal por processos de brechação pós-deposicional embora esses níveis sejam bastante delgados, sendo inexpressivos no volume da rocha em termos texturais. Constituí-se essencialmente de micas neoformadas com tendência idiomórfica, apresentando uma orientação subparalela seguida de quartzo e feldspato xenomórfico. O arredondamento dos grãos vai de anguloso a subarredondado, com esfericidade variando de média a baixa. Como agente de ligação há o cimento ferruginoso, a recristalização dos argilo-minerais submicroscópicos para lamelas orientadas, contatos suturados côncavo-convexos e aumento dos bordos dos grãos por delgadas películas quartzosas.

A mica branca, clorita, quartzo, plagioclásio argilizado e microclínio constituem os componentes cristalinos principais, além de grânulos de opaco, pigmento vermelho de hidróxido de ferro.

## F) Formação Aprazível

### I. Generalidades

Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), pela primeira vez, denominaram de Membro Inferior Aprazível da então proposta Formação Jaibaras os conglomerados brechóides que afloram nas imediações da Fazenda Aprazível às margens da rodovia BR-222. Corresponde aos conglomerados anteriormente descritos por Oliveira & Leonardos (*op. cit.*).

Cobra (*op. cit.*) eleva o Membro Aprazível à categoria de formação, atribuindo uma posição terminal no Grupo Jaibaras.

Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) agrupam todos os conglomerados que ocorrem na bacia, com exceção do então proposto Membro Massapê, como uma unidade litoestratigráfica de topo do Grupo Jaibaras. Esses esquemas também foram seguidos por Danni (1972).

Costa *et alii* (1973) agrupam como pertencentes à Formação Massapê os conglomerados que se distribuem na rodovia BR-222, na altura do Km 250, nas áreas adjacentes a Aprazível onde foram originalmente descritos por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*) como elementos integrantes do Membro Aprazível. Colocam ainda como representantes desta unidade litoestratigráfica os afloramentos situados às margens da rodovia CE-71 a 1 km a sul da cidade de Coreaú.

A ampliação destas áreas como representativas da Formação Massapê mostrou-se em parte incompatível com os dados observados nos trabalhos de mapeamento ora realizados, impondo uma redefinição da Formação Massapê conforme já foi analisada anteriormente.

Neste trabalho, a Formação Aprazível será tratada como uma unidade litoestratigráfica, ocupando uma posição terminal no Grupo Jaibaras, incluindo entretanto os conglomerados mapeados nas áreas próximo a Aprazível e Coreaú, por Costa *et alii* (1973), como fazendo parte da Formação Massapê.

Essa proposição é inteiramente compatível, em parte, no que diz respeito a sua distribuição espacial, com os vários esquemas apresentados por Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), Mabesoone, Beurlen e Rand (*op. cit.*) e Danni (1972).

## II. Posição estratigráfica

A Formação Aprazível ocupa claramente a posição terminal no Grupo Jaibaras. Ela se distribui de maneira irregular, geralmente apresentando contatos tectônicos por falhamento, recobrimo em discordância indistintamente as Formações Pacujá, rochas do Vulcanismo Parapuá e ao longo do bordo dos batólitos graníticos Meruoca e Mucambo. Ocorre ainda associada a zonas de falhas menores na borda do Graben de Martinópolis sobreposta às litologias do Grupo Martinópolis.

## III. Distribuição na área

As áreas de ocorrência da Formação Aprazível restringem-se a formas ilhadas ou em segmentos, amiúde distribuídas entre os trechos Sobral—Ipuéiras e Aprazível na rodovia BR-222. Ocorre ainda ocupando pequenas áreas a 7 km a leste de Massapê na estrada que vai a Santana do Acaraú. Ocorre ainda no Graben de Martinópolis, ao longo da zona do cisalhamento de Jaguaribe.

## IV. Petrografia

Litologicamente é constituída por conglomerados brechóides e intraformacionais, com áreas e exposições no trecho Sobral—Aprazível ao longo da rodovia BR-222, no bordo sudoeste do Granito Meruoca e a nordeste e sudoeste de Ariúis nos limites do Lineamento Sobral—Pedro II e da Falha Café—Ipuéiras. Na região de Lagoa Bodega e a sudeste de Veado Bravo esta formação apresenta algumas diferenças em relação às áreas clássicas, sendo que nestes locais estão ausentes os clastos de granitos e vulcânicas.

Macroscopicamente são rochas de coloração cinza, creme e arroxeadas. São mal classificadas, bastante compactas e por vezes silicificadas. Apresentam, como litoclastos, fragmentos dos Granitos Mucambo e Meruoca, arenitos, siltitos, quartzitos e vulcânicas. Como clastos mineralícos encontram-se feldspato, quartzo e biotita. A granulção dos seixos apresenta-se bastante variável, predominando matacões e calhaus. Algumas amostras apresentam uma certa orientação dos clastos, que se presume seja oriunda de sedimentação.

Microscopicamente as análises das amostras, 264-AG-72 e 73, revelaram um mosaico heteroclástico constituído predominantemente por litoclastos de arenito, siltito, quartzito e granito, seguidos de clastos mineralícos de quartzo de feldspato, cujo tamanho atinge 2 cm. Este arcabouço está unido por uma matriz fina composta por clorita, quartzo, sericita, hidromicas, argilo-minerais e um pouco de óxido de ferro. O epidoto está presente na amostra 264-AG-73, onde representa um mineral neoformado em torno dos clastos. Os grãos exibem formas angulosas a subarredondadas, com baixa esfericidade, que associadas à constituição e à textura classificam estas rochas como de natureza submatura.

A análise dos estudos microscópicos efetuados por Meho, Z. (1977) na Formação Aprazível no trecho Sobral—Aprazível e em um afloramento localizado no mesmo trecho, dito como componente da Formação Massapê e identificado neste trabalho como pertencente à Formação Aprazível, revelou as seguintes características: seqüência de rochas heteroclásticas grosseiramente composta por um amontoado de fragmentos de rochas e mineralícos cujo grau de arredondamento varia de anguloso a arredondado, com esfericidade oscilando de baixa a alta. A matriz pode ser de natureza síltico-ferruginosa ou arenosa em certos casos reduzida, com um cimento carbonático, por vezes localizada. Os litoclastos são bastante variados denunciando as diferentes

fontes de suprimento mas guardando, de certo modo, algumas particularidades; uma amostra mostrou-se constituída essencialmente por clastos de calcários e metassedimentos, pertencentes ao "Bambu". Uma outra amostra revelou-se constituída por clastos de rocha e minerais oriundos de rochas locais, havendo representante de granito com microclínio, granodiorito, tonalito, quartzitos, diabásios, basaltos holocristalinos, hialofíticos, basaltos totalmente ferrificados. Quanto aos clastos são: microclínio, plagioclásio, com zircão, epidoto, opaco, clorita e titanita, como acessórios que podem ocorrer livres ou inclusos nos litoclastos e fragmentos minerais. Ainda uma terceira amostra, cuja matriz constituiu-se de material regional transportado com características de um arenito fino siltítico, constituído por quartzo, plagioclásio, opaco, turmalina, ilita bem ou mal cristalizada. Quanto aos litoclásticos liberados das rochas locais, estão representados por tonalito grosseiro com biotitas dispostas em linhas interrompidas, dacito porfirítico, metadiorito, gnaisse leucocrático cataclástico e clastos minerais oriundos da trituração das rochas locais estão presentes, plagioclásios alterados para argilo-minerais, microclínio e geralmente quartzo com extinção ondulante, alguns clastos de biotita e clastos acessórios representados por epidoto e opaco.

Na amostra cujos clastos são representantes dos metassedimentos "Bambu", observa-se que os clastos grandes de carbonato apresentam recristalização nos bordos, mantendo-se microfanerítica no interior onde ocorrem alguns estiólitos ferruginosos. Os clastos finos são totalmente recristalizados para um mosaico grosseiro. Os elementos siltíticos permanecem inertes, mas são preenchidos nas fraturas por carbonato, os clastos menores são representados por quartzo com inclusões alinhadas e extinção ondulante, quartzitos geralmente micáceos, xisto muscovítico, *chert*, plagioclásio intensamente pseudomorfo para hidromicas e opaco preto. Mineralogicamente essas rochas foram classificadas como litoarenito e de um modo geral como conglomerado arenoso ou conglomerado arenoso lamítico.

Segundo Mello, Z. (1977), estas rochas por apresentarem neoformação de minerais, pelos contatos suturados e côncavo-convexos, pela alta remobilização e cristalização grosseira do carbonato com estabilidade de muscovita livre na matriz foram classificadas como de alto grau de diagênese.

#### 1.1.2.1.8 — Formação Serra Grande

##### A) Generalidades

As extensas áreas recobertas por sedimentos de idade paleozóica, e que se distribuem maioritariamente pelos Estados do Maranhão e Piauí, são conhecidas na literatura geológica, com as seguintes denominações: Bacia do Meio-Norte, Piauí—Maranhão, Maranhão e Parnaíba.

Nesse trabalho, adotou-se a definição dada por Derby (1884), que a denominou pela primeira vez de Bacia do Parnaíba.

Os estudos pioneiros sobre essa importante área sedimentar datam dos trabalhos de cunho geológico de Derby (*op. cit.*), e da antiga Inspectoria de Obras Contra as Secas, principalmente de Small (1913-1914) e Lisboa (1914).

Foi, porém, a partir das investigações dos geólogos do Conselho Nacional do Petróleo que houve consistente progresso no conhecimento da estratigrafia da Bacia do Parnaíba.

Small (1913 p. 45) introduziu a denominação "Série da Serra Grande", para designar as camadas de arenitos, conglomerados, além de folhelhos e calcários, que constitui a escarpa da margem oriental da Bacia do Parnaíba, tendo na ocasião atribuído uma idade cretácea, modificada posteriormente para carbonífera. Essa posição foi mantida por Plummer (1948) e Campbell (1949), que consideraram a Formação Serra Grande dividida em dois membros: camadas Cabeças na parte superior e camadas Ipu baixas, posicionando-as estratigraficamente acima da Formação Pimenteiras.

Blankennagel (1952) apresenta o primeiro estudo integrado da Bacia do Parnaíba.

Kegel (1953) observou em perfis descritos na margem oriental da bacia que a Formação Pimenteiras sobrepunha-se à Formação Serra Grande, portanto em ordem estratigráfica inversa daquela proposta por Plummer (*op. cit.*) e Campbell (*op. cit.*). Estabelece ainda um esquema estratigráfico, agrupando as Formações Pimenteiras, Cabeças e Longá no Devoniano e colocando a Formação Serra Grande no Silurodevoniano.

Tratando das inconformidades da Bacia do Parnaíba, Kegel (1956 p. 25) assim relata: "A Formação Serra Grande se sobrepõe à Formação Pimenteira, também do Devoniano Inferior. Entre essas duas formações não verificamos discordância. É possível que haja ligeiras interrupções da sedimentação (diastemas)".

"A transição da Formação Serra Grande para as camadas superiores, que se fez pelo Membro Itaim (Kegel, 1953), manifesta-se bem, ainda que sejam fortemente reduzidas as respectivas camadas".

Malzahn (1957) apresenta um esboço da coluna estratigráfica do Paleozóico da bacia, tecendo comentários sobre um ambiente glacial no Devoniano.

Mesner & Wooldridge (1964) correlacionam litologicamente a Formação Serra Grande com a Formação Trombetas, bem como com os arenitos afossilíferos do Membro Jatapu da Formação Maecuru da Bacia Amazônica. Nesse mesmo trabalho apresentam uma coluna estratigráfica que condensa grande parte dos trabalhos anteriormente realizados.

Ferreira (1967, p. 16), no seu estudo de reconhecimento geológico do norte do Piauí, descreve vários afloramentos da Formação Serra Grande nas localidades dos municípios de Buriti dos Lopes e Cocal, onde nesses locais precisa o contato dessa formação com a Formação Pimenteira.

Danni (1972), descrevendo alguns perfis realizados na escarpa da serra da Ibiapaba, comenta: "A Formação Serra Grande recobre transgressivamente as formações pré-devonianas e preserva em sua base uma superfície de aplainamento (peneplano?), atualmente situada em cotas desiguais face aos falhamentos ocorridos".

Nunes, Lima e Barros Filho (1973), ao realizarem o mapeamento geológico da Folha SA.23 e parte da SA.24, confirmam apenas a Formação Serra Grande como uma unidade litoestratigráfica basal da bacia, seguida da Formação Pimenteiras, reportando-se assim: "Até o presente momento, não foram encontrados fósseis na Formação Serra Grande. A idade silurodevoniana lhe é atribuída em virtude da posição estratigráfica, abaixo da Formação Pimenteiras, datada do Devoniano Inferior".

Costa *et alii* (1973) dizem: "Neste relatório, denominamos de Formação Serra Grande todo o pacote de arenitos grosseiros e conglomeráticos, com ocasionais intercalações de argilitos e siltitos, que afloram na escarpa da serra da Ibiapaba. Foram incluídos, na secção superior da formação, os arenitos de granulação mais fina, observados na secção Tianguá—Alto Alegre, correlacionáveis ao Membro Itaim de Kegel".

Dantas (*op. cit.*, p. 36) aceita as conceituações propostas por Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*).

Carozzi *et alii* (1975, p. 16) propõem para a Formação Serra Grande uma subdivisão em unidades litoestratigráficas distintas, elevando-a à categoria de grupo. As formações propostas informalmente da base para o topo são: Mirador, Tianguá, Jaicós e Itaim. As três últimas unidades litoestratigráficas mantiveram os nomes dados aos então membros de Rodrigues, *apud* Carozzi *et alii*, *op. cit.*

Lima *et alii* (1977 p. 12), durante os trabalhos do Projeto Global realizado com vistas ao levantamento do potencial econômico da bacia, optaram pela designação de Formação Serra Grande, tendo em vista que as quatro formações propostas por Carozzi *et alii* (*op. cit.*) não apresentam variações de tonalidade e textura fotogeológica, sendo de difícil individualização em campo.

Neste trabalho também não foram observadas características distintas tanto litológicas quanto radargeológicas, que permitissem uma individualização das quatro formações propostas por Carozzi *et alii* (*op. cit.*).

Nesse sentido, pelas feições físicas bastante homogêneas observadas nessa seqüência sedimentar, ao longo das secções realizadas entre Viçosa do Ceará—Cocal e Tianguá—São João da Fronteira, no Piauí, trecho da rodovia BR-222, mantém-se aqui a designação original de Formação Serra Grande para caracterizar um pacote de arenitos grosseiros a conglomeráticos na base, passando para arenitos finos a muito finos, laminados, às vezes micáceos, feldspáticos, em direção ao topo da seqüência.

#### B) Posição estratigráfica

A Formação Serra Grande ocupa claramente a posição basal da seqüência sedimentar de idade paleozóica que recobre a Sinéclise do Parnaíba.

A palinologia da bacia foi estudada pela primeira vez em 1962 por Muller, *apud* Brito & Santos (1965, p. 5), sendo nessa época estabelecido o seu zoneamento bioestratigráfico. De acordo com esse zoneamento, as partes inferior e média da Formação Serra Grande contêm polens da zona T, do Siluriano Superior, correlacionados à biozona da Formação Trombetas da Bacia Amazônica, também siluriana (Aguilar, *apud* Costa *et alii*, 1973), e a parte superior da formação, com polens da zona S, pertencente à transição Devoniano Inferior/Siluriano Superior, correlacionada à parte inferior da Formação Maecuru, do Eodevonianio da Bacia Amazônica.

Recentemente Carozzi *et alii* (*op. cit.*), estudando a coluna geológica siluro-eocarbonífera da Bacia do Maranhão, subdividiram-na em unidades cronoestratigráficas com os mesmos critérios palinológicos usados na Bacia do Médio Amazonas, posicionando também a Formação Serra Grande como de idade silurodevoniana, condição essa aceita até a época atual.

Nas secções investigadas entre Tianguá, São João da Fronteira no Piauí e de Viçosa do Ceará a Cocal, essa unidade litoestratigráfica mostra uma natureza altamente interestratificada, iniciando com conglomerados basais passando a arenitos conglomeráticos com intercalações de arenitos maciços, e arenitos muito fino laminados no topo, com passagem transicional concordante para a seqüência de base da Formação Pimenteiras.

O seu contato inferior faz-se em nítida discordância angular, repositando em uma superfície de aplainamento (paleorrelevo) que de outra forma reflete nos baixos ângulos de mergulhos de suas camadas em média de 3° a 6°. Ocorre sobreposta, na faixa entre as cidades de Ibiapina e Buriti dos Lopes, às diversas unidades litoestratigráficas mapeadas, Grupo Ubajara, Complexos Nordestino e de Granja, e ao Grupo Martinópolis.

A Formação Serra Grande apresenta espessuras variáveis, indo de 430 m na região de Viçosa do Ceará, a 40 m próximo a Buriti dos Lopes.

São comuns estratificações cruzadas de pequena a média amplitude, principalmente em direção ao topo das camadas.

#### C) Distribuição na área

Os estratos sedimentares correspondentes à Formação Serra Grande representam de modo global o assoalho da Sinéclise do Parnaíba, ocorrendo na Folha SA.24-Y-C e na porção oeste da Folha SA.24-Y-D, recobrimo aproximadamente cerca de 15% da área mapeada. Ela se distribui de forma alongada desde os municípios de Ibiapina, Tianguá e Viçosa do Ceará, onde ocorre indo na direção predominantemente noroeste, estreitando-se nas proximidades de Buriti dos Lopes, desaparecendo por sob as coberturas terciárias e quaternárias do Grupo Barreiras. Nas áreas longitudinais, seus limites na faixa ocidental são marcados com a Formação Pimenteiras, ocorrendo na porção oriental formando grandes escarpas

em contato discordante com as rochas dos Complexos de Granja e Nordestino e com os Grupos Martinópolis, Ubajara e Jaiaras. Ocorre ainda a nordeste de Santana do Acaraú, de forma alongada na direção nordeste recobrimo uma pequena porção em área, sobreposta ao Complexo Nordestino, margeando a zona do Lineamento Sobral—Pedro II.

#### D) Litologias

A Formação Serra Grande apresenta uma seqüência de estratos bem caracterizados na sua parte basal, observados em secções na escarpa da serra da Ibiapaba.

No trecho da rodovia BR-222 próximo a Tianguá ocorrem arenitos grosseiros e conglomeráticos, cor branca e amarela, grãos subarredondados a arredondados e subangulosos, quartzosos, revelando quantidade apreciável de feldspato e matriz argilosa. Ocorrem ainda níveis de conglomerados com seixos de quartzitos e quartzo. Já na área situada próximo a Viçosa do Ceará, os conglomerados apresentam-se com seixos de quartzo e de rochas graníticas em menores proporções, ambos com formas subangulosas e arredondadas, em tamanhos diversos. Sobrepostos a essa seqüência, assomam, em bancos uniformes, arenitos finos a médios, cor branca a creme feldspático, micáceos com níveis de siltito branco, com grãos de quartzo bem arredondados. No trecho da rodovia CE-75, a 1 km de Viçosa, ocorrem em bancos de pouca espessura arenitos finos, com níveis de granulação média, com estratificação paralela mergulhando com atitude de 6° NO.

A seqüência de topo desta unidade litoestratigráfica ocorre com boas exposições, entre os Km 366-347 da BR-222, representada por estratos de arenitos, e arenitos muito finos em bancos maciços e laminados estratificados, bem selecionados, creme a branco, ortoquartzíticos, algo feldspático e micáceos.

Observa-se uma predominância de arenitos finos nas partes superiores da seqüência, intercalados com camadas de pouca espessura de arenitos grosseiros a médios. Estratificação cruzada de pequena a média amplitude é comum nesses sedimentos.

Nas áreas de ocorrência a nordeste de Santana do Acaraú, esta unidade litoestratigráfica está representada predominantemente por bancos de conglomerados com seixos de quartzo e quartzitos, angulosos a subangulosos, com matriz arenosa ortoquartzítica e às vezes arcoseana. Na parte superior intercalam arenitos conglomeráticos com arenitos grosseiros, algo arcoseano.

Costa *et alii* (1973) descrevem a Formação Serra Grande no perfil Viçosa do Ceará—Cocal assim: "a seqüência se inicia por arenitos grosseiros a conglomeráticos, caulinizados, e à medida que se avizinha do contato com a Formação Pimenteiras passa a predominar o arenito fino, melhor selecionado, limpo em camadas maciças de 20 cm a 2 m de espessura e com raras intercalações de argilitos. Na região de Buriti dos Lopes, o arenito é monótono, quase sempre grosseiro, podendo localmente conter intercalações de arenitos finos, sublaminados, micáceos e friáveis".

#### 1.1.2.1.9 — Formação Pimenteiras

##### A) Generalidades

A designação "Pimenteiras" foi introduzida na literatura geológica por Small (1914) para designar uma seqüência de folhelhos cinza-arroxeados aflorantes próximo à localidade de Pimenteiras no município de Valença do Piauí, considerando-a na época mais antiga que os arenitos Serra Grande.

O termo "Pimenteiras" de Small (1914) foi reativado, ampliado e subdividido por Plummer (1948), em dois membros: Picos, mais arenoso como superior e Oitis, mais argiloso inferior, conservando a mesma ordem estratigráfica proposta por Small (*op. cit.*), esquema também adotado por Campbell, Almeida e Silva (1949).

Os folhelhos de Pimenteiras, de Small (1914), foram incluídos na Formação Famina que contém camadas de composição diversa



e idade diferente segundo Albuquerque & Dequech *apud* Kegel (1953).

Kegel (1953) agrupa a Formação Pimenteiras acima da Formação Serra Grande, portanto em ordem estratigráfica inversa da que foi proposta por Plummer (*op. cit.*) e Campbell, Almeida e Silva (*op. cit.*). Discorda ainda sobre a composição litológica dos Membros Picos e Oitis descritos por Plummer (*op. cit.*), assim se expressando: "Entretanto, também a caracterização litológica de Plummer não está de acordo com as nossas observações. Justamente o contrário se dá: o membro superior (Picos) é de composição mais argilosa do que o inferior, que chamamos de Itaim".

Na Formação Pimenteiras, foi considerado apenas o Membro Picos, sendo o Membro Itaim posicionado como topo da Formação Serra Grande por Aguiar (1969) e Blankennagel *apud* Lima *et alii* (1977).

Costa *et alii* (1973) dizem: "No Mapa Geológico anexo, a Formação Pimenteiras inclui apenas a secção mais argilosa, que aflora entre Buriti dos Lopes e Estreito, às margens do rio Longá, ficando a parte arenosa inferior, correspondente ao Membro-Itaim de Kegel, englobada na Formação Serra Grande, no mesmo sentido de Aguiar e Blankennagel".

Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*) definem assim a Formação Pimenteiras: "A sedimentação inicia-se com folhelhos de cores variegadas, predominando o vermelho-cinza-escuro, micáceo, contendo nódulos e leitões de oólitos piritosos. Intercalações de arenitos e siltitos, que variam de branco a cinza-claro, finos, são comuns principalmente no topo da formação. O contato inferior, com a Formação Serra Grande, é concordante e o superior, com a Formação Cabeças, é do tipo gradacional".

Carozzi *et alii* (*op. cit.*) apresentam um excelente estudo sobre a evolução sedimentar e o desenvolvimento do arcaçoú sintectônico da Bacia do Parnaíba. Sob o ponto de vista das unidades litoestratigráficas relata: "Foi introduzido na Formação Pimenteiras o Membro Carolina, constituído de duas unidades de arenitos, até então sem denominação".

Lima *et alii* (*op. cit.*) dizem: "Preferimos a proposição de Blankennagel, que corresponde ao Membro Picos de Mesner e Woolridge (*op. cit.*), uma vez que os limites estratigráficos estão melhor definidos em termos de geologia de superfície e fotointerpretação".

"Consiste de folhelhos cinza-escuro a esverdeados até arroxeados, micáceos, com intercalações de arenitos amarelos, finos, argilosos, destacando-se dois níveis de oólitos ferruginosos que servem de camada-chave na borda oeste da Bacia do Parnaíba".

Neste trabalho adotou-se a individualização cartográfica efetuada por Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*), devido ser bastante difícil na Folha SA.24 marcar com precisão o contato do topo da Formação Serra Grande com a seqüência basal da Formação Pimenteiras. Esse fato foi constatado no corte da rodovia BR-222 entre Tanguá e São João da Fronteira no Piauí, onde se observa que os arenitos finos laminados de topo mostram passagem transicional da Formação Serra Grande para a seqüência basal da Pimenteiras.

#### B) Posição estratigráfica

O contato inferior da Formação Pimenteiras com a Formação Serra Grande apresenta-se concordante com passagem transicional de difícil separação no campo nas áreas de ocorrências da Folha SA.24.

O seu limite superior com a Formação Cabeças é marcado com variações pouco expressivas, passando-se dos níveis de siltitos intercalados com arenitos ferruginosos para uma seqüência de arenitos finos a médios em bancos maciços que apresentam relevo ruiforme típico da Formação Cabeças, características estas vistas na secção realizada de São João da Fronteira a Piracuruca.

Kegel (1953 p. 7) diz: "O Devoniano da Bacia do Parnaíba foi descoberto em 1946, quando F.B. Plummer, sob os auspícios do

Conselho Nacional do Petróleo, realizou seus estudos no Piauí e no Maranhão. Foi L.I. Price quem achou os primeiros fósseis na região de Picos, classificados por K.E. Caster como devonianos".

Costa *et alii* (1973, p. 155) dizem: "Brito & Santos (*op. cit.*) encontraram microfósseis do gênero *Leiofusa*, do Devoniano Inferior, correspondendo à zona inferior, de Muller, correlacionado à parte inferior da Formação Curuá e Formação Ariramba da Bacia Amazônica, e algumas espécies comuns ao Devoniano da Bacia do Paraná e da Série Jatobá, de Pernambuco. No zoneamento de Muller, a Formação Pimenteiras compreende os intervalos R e P, do Devoniano Inferior a Médio, correlacionada à Formação Ponta Grossa do Paraná (*in* Aguiar, *op. cit.*)".

Neste relatório adotou-se a idade devoniana para a seqüência da Formação Pimenteiras, baseada nos estudos realizados em outras áreas, embora não se conheçam ocorrências fossilíferas na Folha SA.24.

#### C) Distribuição na área

A Formação Pimenteiras ocupa uma faixa de forma regular com direção noroeste-sudeste na Folha SA.24-Y-C. Seu limite a oeste faz-se com a Formação Cabeças e a leste com a Formação Serra Grande, onde é muito bem marcado nas proximidades do município de Cocal. Adentra a sul, na altura do paralelo 4° para a Folha SB.24 e a norte em uma faixa estreita desaparece sob as coberturas quaternárias na margem do rio Longá.

#### D) Litologias

As melhores exposições da Formação Pimenteiras ocorrem em cortes ao longo da estrada entre São João da Fronteira e Piracuruca e entre Buriti dos Lopes e São Domingos, este último próximo da margem direita do rio Longá.

Na faixa de transição do contato com o topo da Formação Serra Grande, no trecho da rodovia BR-222 entre o Km 462 e 464, ocorre uma extensa cobertura de laterito dificultando a identificação dos tipos litológicos basais da Formação Pimenteiras. No trecho entre São João da Fronteira e Piracuruca, assomam arenitos micáceos finos a muito finos, com cores cinza, creme a marrom, com níveis de arenitos ferruginosos em placas finas, bem estratificados. Entre Buriti dos Lopes e São Domingos ocorrem siltitos cremes a cinzentos, com níveis arenosos finamente estratificados. Intercalam nesta seqüência leitões de argilitos siltitos muito finos, cremes micáceos, laminados, com níveis ferruginosos.

##### 1.1.2.1.10 — Formação Cabeças

#### A) Generalidades

O nome Formação Cabeças foi introduzido na literatura geológica para definir uma seqüência de arenitos aflorantes nas vizinhanças da vila homônima, ao norte de Picos no Estado do Piauí, subdividida em três Membros: Ipiranga (Superior), Oeiras (Médio) e Passagem (Inferior), sendo na época datado do Carbonífero conforme Plummer, *apud* Lima *et alii* (*op. cit.*, p. 45).

Nos anos subseqüentes, alguns autores não consideraram a divisão em membros da Formação Cabeças, como também a posicionaram no Devoniano Médio, sobreposta à Formação Pimenteiras e sotoposta à Formação Longá.

A presença dos três membros propostos por Plummer (*op. cit.*) só foi verificada nas proximidades de Picos, sendo adotado o termo Formação Cabeças num sentido mais genérico e posicionado no Devoniano Médio, por Blankennagel *apud* Lima *et alii* (*op. cit.*).

Kegel (1953 p. 28), realizando estudos mais detalhados no Membro Passagem, correlaciona-o com o Membro Oitis da Formação Pimenteiras, sugerindo na ocasião o desuso do termo Oitis. Com base nos fósseis encontrados na região de Picos (Membro

Passagem), o autor atribuiu também idade do Devoniano Médio para a Formação Cabeças.

Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*) individualizam na faixa mais ocidental da Folha SA.24 uma seqüência de arenitos médios a grosseiros de aspecto maciço e freqüentemente conglomerático, muito pouco argiloso, apresentando localmente intercalações de siltitos e arenitos finos, laminados de cores claras, caracterizando-os como pertencentes à Formação Cabeças. Nesta área aqueles autores não identificaram litologias ditas como pertencentes à Formação Longá, individualizadas anteriormente por Ferreira (1967).

Costa *et alii* (1973) dizem: "Nos esboços geológicos de Kegel (*op. cit.*) e Blankennagel (*op. cit.*), verifica-se grande divergência quanto às áreas de ocorrência da Formação Cabeças. Kegel coloca o contato Cabeças—Longá na margem ocidental do Longá, a leste do meridiano de 42°O, enquanto Blankennagel desloca esse contato mais para oeste. Não há realmente nenhuma correspondência distintiva no padrão fotogeológico entre aquela área inferida por Blankennagel como sendo da Formação Longá, e as áreas circunvizinhas que ele atribui à Formação Cabeças. No perfil Caxingó—Tinguis de Cima, afloram os folhelhos cinza-escuro típicos da Formação Longá, com intercalações de siltitos e de arenitos, concordando inteiramente com o esboço geológico traçado por Ferreira (1967)".

Lima *et alii* (*op. cit.*) apresentam para essa parte da bacia um mapa geológico similar ao que foi elaborado por Costa *et alii* (*op. cit.*).

Neste trabalho adotou-se a individualização feita por Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*) para a Formação Cabeças na parte ocidental da Folha SA.24, devido à descaracterização total de feições radargramétricas, que impossibilita uma individualização das Formações Cabeças e Longá, proposta por Ferreira (1967), Costa *et alii* (1973) e Lima *et alii* (*op. cit.*).

Esse fato também foi muito bem visto nas secções realizadas entre Volta da Jurema—Caxingó e Piracuruca—Barra, até a margem direita do rio Longá, onde ficou constatada a inexistência de seqüência litológica típica pertencente à Formação Longá.

#### B) Posição estratigráfica

O contato inferior da Formação Cabeças observado na área em epígrafe apresenta passagens concordantes com a seqüência de arenitos finos ferruginosos e siltitos intercalados da parte superior da Formação Pimenteiras, não apresentando portanto quebras morfológicas significativas nas imagens de radar, sendo de difícil individualização em mapa. O contato superior com a parte basal da Formação Itapecuru não foi observado, porém se admite que a Formação Cabeças ocorra recoberta discordantemente pela Formação Itapecuru nas áreas localizadas à margem esquerda do rio Longá (Nunes, Lima e Barros Filho, *op. cit.*).

Baseado em estudos de zoneamento de polens é atribuída para a Formação Cabeças uma idade devoniana média a superior (Muller, *apud* Costa *et alii*, 1973).

Como ainda não foram encontrados restos de fósseis nas áreas de ocorrência desta unidade litoestratigráfica na Folha SA.24, admite-se neste relatório idade devoniana, baseado em estudos paleontológicos registrados em outras localidades.

#### C) Distribuição na área

Aflora no extremo ocidental da Folha SA.24-Y-C em uma faixa alongada de direção aproximada norte-sul. Seu limite a leste faz-se com a Formação Pimenteiras e a oeste compreende o vale do rio Longá, principalmente a margem direita passando de imediato para a margem esquerda, limitando-se aí com a Formação Itapecuru. Adentra pela Folha SB.24 na parte sul, e na altura do meridiano 42° passa para a Folha contígua SA.23.

#### D) Litologias

A Formação Cabeças apresenta uma seqüência intercalada de arenitos finos, com níveis de granulação média, creme, micáceos, algo feldspáticos, com estratificação paralela e cruzada, marcas de onda, em bancos maciços, e que se alternam com leitos laminados.

Esses sedimentos ocorrem desde a região do município de Piracuruca, onde ao longo da rodovia BR-343 apresenta-se com relevo do tipo ruiforme, que constitui uma das características morfológicas de destaque dessa unidade litoestratigráfica.

No trecho Caraúbas—Caxingó, ocorrem alguns bancos de argilitos e siltitos, creme-esverdeados, intercalando arenitos médios, não se constituindo, porém, sedimentos tipo Longá, conforme vem assinalado em alguns mapas da região.

Na estrada Caxingó—Estreito, região próximo à margem direita do rio Longá, assomam arenitos finos, às vezes silticos, creme a cinza-claro, com intercalações de leitos de pouca possança de siltitos laminados, com raras intercalações de argilitos, creme-esverdeados.

#### 1.1.2.1.11 — Formação Orozimbo

##### A) Generalidades

As primeiras notícias referentes aos basaltos que ocorrem na Sinéclise do Parnaíba datam de 1914, descritos na região de Grajaú, Maranhão, considerados equivalentes aos derrames que ocorrem em São Paulo segundo Lisboa, *apud* Mesner e Wooldridge (1964).

Em 1949, os derrames da Sinéclise do Parnaíba foram situados entre os Arenitos Corda e Sambaíba, e atribuído-lhes idade neojurássica (Campbell *apud* Northfleet, 1965, p. 38).

Kegel (1953, p. 41), estudando as intrusões de diabásio no Devoniano da bacia, constatou que quase todos os diques possuem grande extensão, predominando a direção norte-nordeste, existindo também outras direções e às vezes aparecem diques curvados. O autor cita as localidades de Prata até Elesbão Veloso como a ocorrência dos maiores diques observados.

Ferreira (1967, p. 8), no seu estudo de reconhecimento geológico do norte do Piauí, cita várias localidades onde há intrusões de diabásios em forma de *sills*, indicando os maiores próximo a Esperantina no Piauí e em diversos pontos às margens do rio Longá.

Mente, Gusmão e Cruz (1966 p. 339) mencionam a ocorrência de intrusões básicas em forma de diques e *sills*, não tendo observado indícios de uma fase extrusiva em toda a bacia. Os autores relatam também que: "Na área de estudo a ocorrência de diabásios é rara, só tendo sido observado a noroeste, na localidade de Santiago (PI), sob forma de *sill* que se encaixa entre arenitos e siltitos da Formação Pimenteiras, no contato com a Formação Cabeças".

Piazza & Santos (1967, p. 23) realizaram duas datações em amostras de diabásio, que forneceram idades entre 120 e 121 MA.

Somente em 1969, essas litologias começaram a ser tratadas de uma maneira formal separadas em duas unidades litoestratigráficas: Mosquito e Sardinha (Aguiar, *apud* Nunes, Lima e Barros Filho, *op. cit.*, p. 19).

Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*) reuniram as unidades litoestratigráficas Mosquito e Sardinha, propondo na ocasião a denominação de Formação Orozimbo, por estarem bem representadas na localidade homônima, entre São João dos Patos e Pastos Bons, no Maranhão. Aqueles autores mapearam esta formação na Folha SA.23 a leste de Matias Olímpio, bem próximo ao meridiano 42° limite com a Folha SA.24. Baseados em datações radiométricas afirmam que: "Datações geocronológicas feitas pelo Instituto de Geocronologia da USP e pelo Westwood Laboratories (New Jersey — USA) forneceram idades em torno de 120 a 180 MA, sendo portando do Jurássico a Cretáceo Inferior".

Costa *et alii* (1973, p. 169) não utilizaram o termo proposto por Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*), preferindo denominar de Intrusivas Básicas Mesozóicas os diabásios que ocorrem na área do Projeto Jaibaras, e que se distribuem às margens do rio Longá.

A proposição de Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*) foi aceita por Dantas (*op. cit.*), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo.

Lima *et alii* (*op. cit.*, p. 192) relatam: "Uma vez que o Projeto não definiu em campo o posicionamento litoestratigráfico de tais derrames básicos, assim como ainda não dispõe de dados geocronológicos próprios, preferimos, destarte, denominar genérica e provisoriamente de basaltos".

Na área mapeada, os autores preferiram adotar o termo Formação Orozimbo, de Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*), para os diabásios que ocorrem ao longo das margens do rio Longá.

#### B) Posição estratigráfica

As intrusões de rochas básicas que ocorrem em forma de diques e sills intertrapeados com arenitos e siltitos da Formação Cabeças, principalmente ao longo das margens do rio Longá, além de pequenas exposições em afloramentos ao longo de leitos de vales entalhados na Formação Serra Grande, nas localidades de Caldeirão Franca e Algodões, são colocadas estratigraficamente como do Cretáceo Inferior, baseado em uma determinação radiométrica K/Ar em rocha total, realizada em uma amostra situada na localidade de Caldeirão, município de Cocal, cujo resultado indicou idade 171, 8 ± 5 MA.

#### C) Distribuição na área

Os diabásios que ocorrem na área mapeada na porção ocidental da Folha SA.24 são de forma e dimensões bastante irregulares, aparecendo em pequenas manchas, às vezes não mapeáveis na escala de trabalho.

Essas rochas básicas situam-se próximo às localidades conhecidas como Barra de Piracuruca, Caxingó e Saco, ao longo das margens do rio Longá, formando em alguns locais pequenas cachoeiras.

São de difícil identificação nas imagens de radar, motivo pelo qual foram mapeados com contatos inferidos pela falta de maior controle de campo.

#### D) Geocronologia

Apenas uma determinação radiométrica K/Ar em rocha total é conhecida para o magmatismo básico Mesozóico da Folha SA.24. Trata-se da amostra 212-DN-28, Folha SA.24-Y-C, cujos dados analíticos encontram-se na Tabela 1. XXXVI.

O resultado se enquadra no intervalo de idades esperado para as rochas básicas que ocorrem na Sinéclise do Parnaíba, entre o Jurássico e o Cretáceo, constatação esta já observada por Cordani (1974), ao discutir os dados geocronológicos de rochas similares da Folha SB.24.

#### E) Petrografia

Três amostras desta unidade litoestratigráfica foram analisadas em lâmina delgada.

Macroscopicamente a rocha apresenta-se com coloração preta, estrutura preta, estrutura homogênea, granulação fanerítica variando de média a fina.

Microscopicamente exibe um mosaico de granulação média, textura subofítica às vezes com tendência a ofítica, constituída essencialmente de plagioclásio, clinopiroxênio; acessoriamente opacos e quartzo, sericita e clorita como minerais secundários.

O plagioclásio é o mineral predominante, com forma subédrica, macla segundo a lei da Albita. O teor de An varia de 36 a 44%, caracterizando a variedade andesina. Em alguns casos o plagioclásio está sendo substituído por sericita.

Os máficos são representados por clinopiroxênios do tipo augita e pigeonita. Mostram-se anedrais, clivagem pouco nítida, em certos locais da lâmina os máficos ocupam os espaços angulares entre as ripas de plagioclásio. Por alteração formam clorita a partir dos bordos. Em raros grãos ocorre zonação. A presença de pigeonita foi constatada em uma amostra. Associados ou inclusos nos máficos ocorrem minerais opacos como acessórios.

Os minerais secundários estão representados por quartzo, formado a partir da albitização dos plagioclásios. Ainda por substituição dos plagioclásios forma-se sericita e os piroxênios foram transformados para clorita.

O teor baixo em An dos plagioclásios, provavelmente, deve-se à incipiente albitização dos mesmos. A partir das relações texturais, composição mineral e relações de campo, os exemplares foram classificados como diabásios.

Costa *et alii* (1973) citam a ocorrência de quartzo-diabásio na estrada Piracuruca—Bataíha.

#### 1.1.2.1.12 — Formação Itapecuru

##### A) Generalidades

Lisboa (1914) chamou de "Camadas Itapecuru" aos sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, a norte da cidade de Pastos Bons, no Maranhão, datando-as com dúvidas como do Permiano.

Campbell, Plummer e Brasil (1948) nomearam-nas como formação e fizeram a divisão em três Membros: Arenito Serra Negra, "Indivisas" e Boa Vista.

Ferreira (1967) cartografou na faixa compreendida na margem esquerda do rio Longá uma unidade litoestratigráfica a qual ele identificou como sendo a Formação Poti.

Costa *et alii* (1973) confirmam a ocorrência da Formação Poti na margem ocidental do rio Longá, mas relatam que: "A Formação Poti tem pequena representação na área do Projeto, ficando restrita à margem ocidental do rio Longá. Segundo Blankennagel (*op. cit.*), a Formação Poti não ocorre na área objeto deste relatório. A pequena penetração na faixa de afloramento da Formação Longá, que este autor indica na região de Mudança, coincide em parte com as chapas de arenitos, que foram mapeadas como Formação Poti. De acordo com o mergulho regional, para oeste, a secção aflorante na região de Mudança corresponderia à parte basal da Formação Longá, descrita por aquele autor como folhelhos com intercalações de siltitos e arenitos finos, rochas brandas, que não assumiriam uma configuração morfológica cuneiforme, principalmente numa área de interflúvio dos rios Longá e Parnaíba".

Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*) mapearam na área, à margem esquerda do rio Longá no interflúvio com o rio Parnaíba, uma

TABELA 1. XXXVI  
Dados analíticos K/Ar da Formação Orozimbo

N.º CAMPO	N.º LAB.	FOLHA	MAT.	%K	ERRO (K) (75%)	Ar <sup>40</sup> moles (ccSTP) rad g	% Ar <sup>40</sup> atm	IDADE (MA)
212-DN-28	3.735	SA.24-Y-C	RT	0,3477	1,17	2,492 x 10 <sup>-6</sup>	62,6	171,8 ± 5,0

unidade que foi definida principalmente na Folha contígua SA.23, como representante da Formação Itapecuru, do Cretáceo Inferior, constituída de: "arenitos de cores diversas, predominando o cinza, róseo-vermelho, finos, argilosos, com estratificações cruzadas e silicificações, principalmente no topo. Intercalam-se leitos de siltitos e folhelhos cinza-esverdeado. Em outras áreas aparece um conglomerado basal contendo seixos de basalto alterado". Esta mesma individualização litocartográfica foi admitida e aceita por Dantas (*op. cit.*) na Folha SA.24.

A Formação Itapecuru será também definida neste relatório no mesmo sentido em que foi apresentado por Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*). Este fato deve-se pela não disponibilidade nesta área de dados paleontológicos que possam confirmar a presença da Formação Poti do Carbonífero, conforme as proposições apresentadas por Ferreira (1967), Costa *et alii* (1973) e Lima *et alii* (*op. cit.*).

#### B) Posição estratigráfica

O contato inferior da Formação Itapecuru não foi observado, entretanto admite-se aqui uma discordância nas suas áreas de ocorrência ao longo da margem esquerda do rio Longá com os diabásios da Formação Orozimbo (Nunes, Lima e Barros Filho *op. cit.*).

O seu limite superior também não foi visto na Folha SA.24. Esse fato deve-se em virtude dessa unidade litoestratigráfica ocupar uma faixa pouco expressiva no limite com a Folha contígua SA.23, onde ali ocorre sotoposta em discordância com os sedimentos terciários do Grupo Barreiras.

A idade da Formação Itapecuru como sendo do Cretáceo deve-se, conforme Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*), pela sua ocorrência, sobrepondo-se a intercalações de calcários e gipsitas da Formação Codó datada do Cretáceo Inferior.

#### C) Distribuição na área

Essa unidade litoestratigráfica ocupa uma pequena área situada à margem esquerda do rio Longá próximo à confluência com o rio Parnaíba, estendendo-se para sul até as proximidades da localidade Barra do Piracuruca, onde faz limite com a Formação Cabeças. Na parte ocidental adentra pela Folha contígua SA.23.

#### D) Litologias

O conjunto litológico que compõe a Formação Itapecuru não foi estudado em suas áreas de ocorrências na Folha SA.24, sendo aqui definida como representante de toda a seqüência que forma esta unidade litoestratigráfica, conforme foi descrita por Nunes, Lima e Barros Filho (*op. cit.*). "Constitui-se quase exclusivamente por arenitos de cores diversas, predominando o cinza, róseo e vermelho, finos, argilosos, com estratificação cruzada e silicificações, principalmente no topo. Intercalam-se leitos de siltitos e folhelhos cinza-esverdeado"

##### 1.1.2.1.13 — Vulcanismo Alcalino

#### A) Generalidades

A primeira referência sobre rocha ígnea alcalina situada a 6 km a leste de Messejana, no Ceará, provém de Almeida (1958, p. 1), referindo-se ao morro do Caruru localizado na foz do rio Pacoti entre Aquiraz e Messejana, posicionando-o como a extremidade ocidental de alinhamento de vulcões subordinados a uma zona de fraturas e disposto à altura do paralelo 4° de latitude sul. No seu trabalho sobre a Geologia e a Petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha, Almeida (*op. cit.*) chama a atenção para o alinhamento de "altos fundos" em que se encontra esse arquipélago, sugerindo a verificação da possível extensão desse alinhamento ao interior do Ceará.

Vandouros & Oliveira (1968) descrevem o corpo alcalino de Messejana como de forma geológica original desconhecida, visto que os contatos estão cobertos por sedimentos mais recentes como pertencentes ao Grupo Barreiras. Baseados em análises petrográficas, geocronológica e química, definiram-no como sendo um fonólito de idade oligocênica, propondo ainda uma relação genética com os fonólitos da ilha de Fernando de Noronha.

Tratando das rochas alcalinas do Ceará, suas relações com as de Fernando de Noronha, Rao & Sial (1972 p. 61) assim se expressam: "A genetic relationship between the phonolites of Ceará State and of Fernando de Noronha Island is established from mineralogical statical; trace element and major element studies. However, there is an important interval of emplacement of the two phonolites. Geochronological determinations (Cordani, in press) have shown that the former 13.28 m. y. old whereas the latter has an age variable from 10.67 to 8.02 m. y. thus, a consanguinity is concluded, although at different periods".

Durante os trabalhos do Projeto Fortaleza, Bacchiega *et alii* (*op. cit.*, p. 19) comentam: "Os estudos realizados na Folha Fortaleza detectaram, além do fonólito de Messejana, mais seis *necks* e uma variedade de diques de rochas alcalinas. Os *necks* apresentam-se topograficamente como serrotes circulares e elipsoidais, que recebem denominações locais de Serrotes Preto, Arriscada, Pão de Açúcar, Salgadinho, Japarara e Ancuri. A ausência de uma auréola de metamorfismo de contato visível no campo, nas bordas destes corpos alcalinos, provavelmente deve-se à pequena dimensão dos mesmos e ao alto grau de metamorfismo (fácies anfíbolito) das rochas pré-cambrianas circundantes".

Braga *et alii* (*op. cit.*) apresentam um estudo mais amplo das rochas alcalinas identificadas pelos autores precedentes, descrevendo também alguns diques.

Issler, Nascimento e Pereira (1977) realizaram um estudo apresentando perspectivas teóricas interessantes onde relatam: "O extremo do trato caririano no nordeste oriental brasileiro se encaixa na zona dos grandes alinhamentos da Costa do Ouro, Ghana e Gabon, no Continente Africano, onde associam grande quantidade de intrusivas de natureza quimberlítica, feldspatódica e carbonatítica".

Nascimento & Gava (1977) verificaram que no Serrote Arriscada ocorrem apenas diques de rochas alcalinas preenchendo fraturas de tensão nos quartzitos que sustentam a serra homônima, não sendo confirmada uma estrutura do tipo *neck*, definida como constituindo o Serrote Arriscada.

Neste trabalho os autores apresentam uma reavaliação e dados inéditos de análises químicas, determinação de elementos-traço, petrográficas e geocronológicas sobre os seis *necks* alcalinos que ocorrem na Folha SA.24-Z-C.

#### B) Posição estratigráfica

A província petrográfica caracterizada por rochas vulcânicas feldspático-feldspatóides que se distribuem na Folha SA.24-Z-C representa estruturalmente verdadeiros *plugs* (Fig. 1.40), associando-se aos diques que preenchem zonas de fraturas de tensão nas rochas encaixantes pertencentes ao Complexo Nordestino.

A sua posição na coluna estratigráfica como de idade oligocena deve-se aos estudos geocronológicos realizados em cinco amostras trabalhadas em diagrama isocronico de referência que indicou uma idade de formação do conjunto  $34 \pm 2$  MA.

#### C) Distribuição na área

As seis ocorrências mais significativas de rochas vulcânicas alcalinas do tipo fonólito localizam-se nas áreas adjacentes à cidade de Fortaleza, estando inteiramente contidas na Folha SA.24-Z-C.

Essas rochas apresentam-se sobressaindo na topografia como serrotes de forma circular e elipsoidal, recebendo denominações locais como Serrotes Salgadinho, Preto, Pão de Açúcar, Japarara, Ancuri e Caruru, ocupando áreas de pequenas dimensões sem ex-



pressão cartográfica relevante em relação à escala de mapeamento, ocorrendo encaixadas na seqüência de migmatitos e gnaisses do Complexo Nordeste.

O fonólito que forma o Serrote Salgadinho situa-se aproximadamente a 3 km a leste da fazenda Caruru e distando 15 km da BR-222. Já na porção mais sudeste desta ocorrência, encontra-se o corpo alcalino que constitui o Serrote Preto posicionado a poucos metros dos quartzitos que sustentam a extremo norte da serra das Danças.

O Serrote Pão de Açúcar é o que apresenta forma mais típica de um *neck* vulcânico dentre os demais mapeados, situando-se à margem da rodovia BR-020, distando 22 km aproximadamente na direção sudeste de Fortaleza. Mais ao norte localiza-se o Serrote Japarara a 4 km da estrada CE-20, que liga as cidades de Maranguape a Ananari. Este último representa o corpo alcalino de maior expressão em área, com altitude de 470 m, que torna o *neck* mais elevado da área mapeada (Fig. 1.40).

O Serrote Ancuri, localizado a 9 km ao sul de Messejana, apresenta-se circundado pelos sedimentos do Grupo Barreiras, exibindo uma forma elipsoidal bem caracterizada, com seu eixo maior alongado, segundo a direção NS. Já o Serrote Caruru localizado na foz do rio Pacoti, quase que totalmente recoberto pelas dunas, apresenta-se de forma circular, de pequenas dimensões, não tendo sido representado em mapa, bem como vários diques de composição alcalina feldspatídica associados, tão comuns na Folha SA.24-Z-C.

#### D) Geocronologia

Os corpos alcalinos geocronologicamente estudados situam-se nas imediações de Fortaleza e representam as ocorrências denominadas de Serrotes Caruru, Ancuri, Preto, Salgadinho, Japarara e Pão de Açúcar. São disponíveis, no momento, cinco datações Rb/Sr e cinco K/Ar.

As amostras 215-AG-08, 215-AG-28, 215-AG-42 e 215-AG-25 foram plotadas em diagrama isocrônico (Fig. 1.41) que indicou a idade de  $34 \pm 2$  MA (2  $\sigma$ ). A amostra 215-AG-09 evidenciou idade convencional mais elevada (Tab. 1.XXXVII), porém devido ao valor crítico de conteúdo de estrôncio da análise, à possibilidade de contaminação de estrôncio da encaixante ou a outro problema qualquer, os autores preferem interpretar a formação desta rocha como sincrônica ao conjunto acima discutido. Este raciocínio é reforçado pela idade da amostra 215-AG-08, coletada em área próxima à da amostra 215-AG-09, que indica pertencer ao evento de homogeneização isotópica definido pela isócrona.

Quanto à gênese destas rochas alcalinas, a baixa relação inicial obtida ( $0,7032 \pm 0,0002$ ) sugere que o magma teve sua origem no manto superior, sendo improvável a existência de contaminação de estrôncio durante sua ascensão.

Os resultados aparentes K/Ar (Tab. 1.XXXVIII) distribuem-se no tempo entre 33 e 26 MA, tratando-se de análises em rochas total (3) e feldspato (2). No caso específico do fonólito PV-38A, deve ser notada a melhor retentividade para o argônio do feldspato em relação à rocha total. De fato, as últimas, via de regra, sofrem perdas parciais do gás nobre por difusão, mesmo a baixas temperaturas.

Concluindo, as ocorrências alcalinas são aqui consideradas como sincrônicas com idade em torno de 34 MA, devendo representar importante fase da reativação da plataforma Sul-Americana vinculada a zonas de fraqueza que se estenderiam desta região até o arquipélago de Fernando de Noronha e o atol das Rocas. Comprova-se neste contexto, para o vulcanismo recente, um decréscimo das idades de oeste para leste, como já havia observado Cordani *et alii* (1970).

#### E) Petrografia

Uma análise geral das amostras estudadas concluiu tratar-se de uma província vulcânica feldspatídica onde a percentagem de ne-

felina é variável, indo desde os tipos mais saturados contendo abundante nefelina em pórfiros automórficos, verdadeiros fonólitos, passando por traquitos nefelínicos onde o feldspatóide ocorre em percentagem muito inferior à associação feldspática, em pequeninos cristais automorfos intersticiais e atingindo finalmente alguns tipos sem nefelina.

Em adição à nefelina, ocorrem também percentagens variáveis de analcima tardia preenchendo vesículas, onde se associam algumas vezes carbonato e prehnita. Também a associação ferromagnésiana é bem característica, ocorrendo aegirina, aegirina-augita e nos tipos mais calcossódicos a augita (Tab. 1.XXXIX).

O problema da definição precisa, deste conjunto vulcânico, reside na caracterização quantitativa dos feldspatos. Pelo estudo óptico pode-se verificar uma associação muito íntima entre plagioclásio a sanidina, através de individualização de cristais puros ou como é mais freqüente através de intercrescimentos pertíticos que vão de micropertíticos observados nos pórfiros, a criptopertíticos detectados pelo raios X. Na mesóstase, que muitas vezes constitui um grande volume de rocha, o problema é mais difícil de resolver. Tentou-se uma solução através da análise difratométrica de raios X, especialmente nas reflexões dos planos 201. Obtiveram-se os mais diversos padrões, com predominância do feldspato calcossódico, predominância da sanidina, ocorrência em proporção equilibrada dos dois feldspatos e possivelmente, como é comum nestes casos, a presença das duas fases com características não observáveis ao microscópio, mas detectadas ao raios X, e nos casos extremos não detectadas ao raios X, porque a cristalização se processou num bloco estrutural único, entre as fases sódicas e potássicas.

Tentou-se também o processo de coloração em lâmina delgada, através da pigmentação seletiva pelo cobaltonitrito e pelo rodizonato. Neste caso poucas amostras apresentaram bons resultados, a maioria oferecendo uma pigmentação manchada e difusa, não se podendo discernir as duas fases. Este fato confirma a análise feita com as observações nas reflexões dos planos 201, onde muitas vezes optou-se pelas fases cristalizadas num bloco estrutural único.

Para aplicação de classificação de Streckeisen (1975) considerou-se todo plagioclásio como albita pura (Fig. 1.42) (Tab. 1.XL).

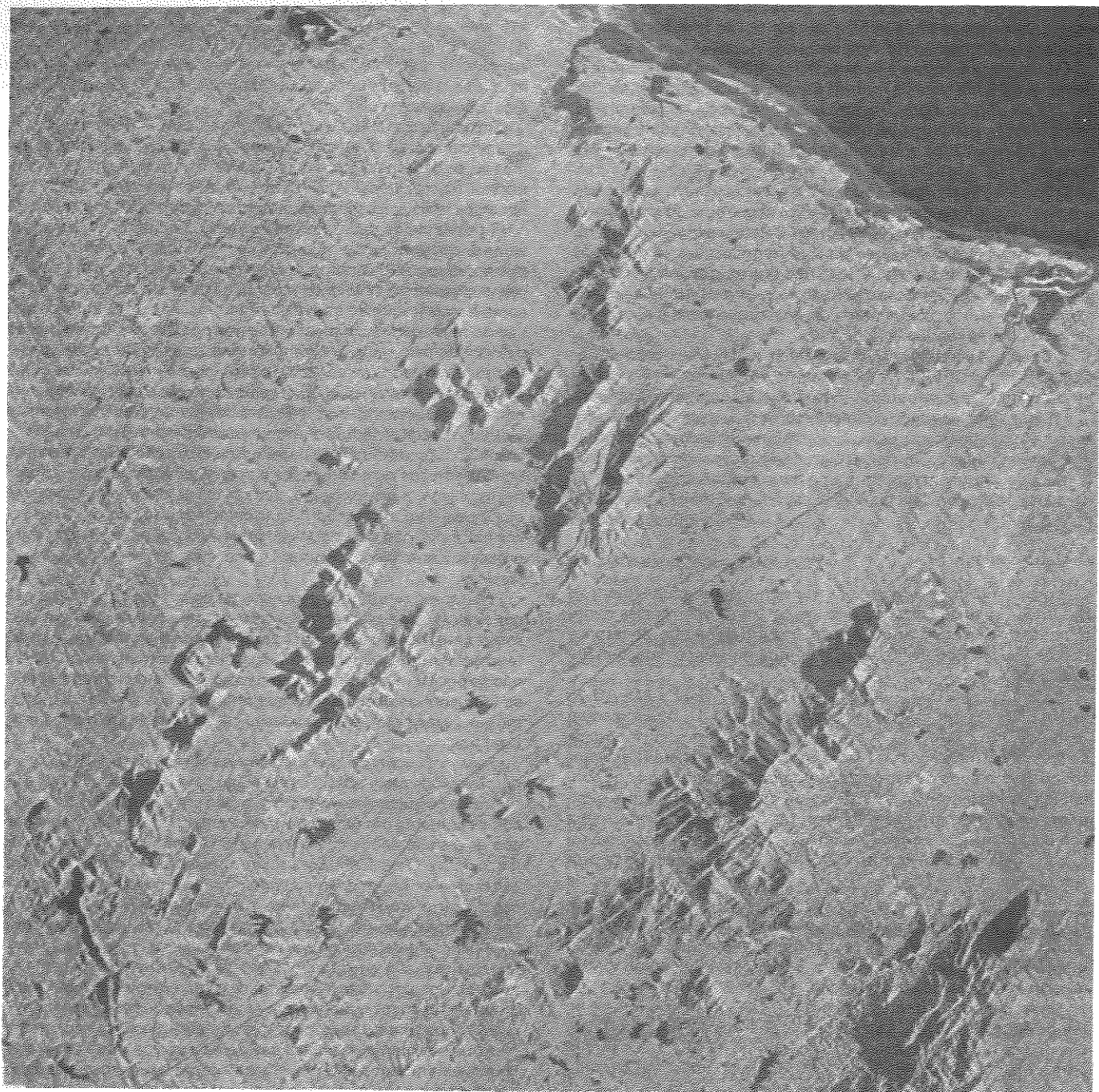
No cone vulcânico que forma o Serrote Pão de Açúcar, verificou-se somente um tipo petrográfico em duas lâminas analisadas, com leves alterações na textura sendo identificadas como foiaito leucocrático (Tab. 1.XL). Essa rocha apresenta-se com uma coloração creme-acinzentada, maculada por pequenos cristais prismáticos de cor preto-esverdeada e uma granulação fina a média. Em seção delgada foi observada uma textura porfírica e mesóstase pilotaxítica fluidal constituída por um intrínseco agregado de ripas feldspáticas (albita e sanidina), sendo os pórfiros tipicamente representados por albita, sanidina, nefelina e aegirina. Associados ainda nesta matriz pilotaxítica, ocorrem pequenos cristais eudrais a subeudrais de aegirina, cuja cristalização se deu em melhor fase que nas amostras analisadas para os outros corpos alcalinos. Nas duas amostras estão presentes como acessórios pequenos grãos de anfibólio de cor marrom ou em massas disformes associadas aos piroxênios, tratando-se possivelmente do tipo hornblenda basáltica.

O anfibólio aparece também em pequenos prismas alongados incolores, com leve pleocroísmo para amarelo e amarelo-amarronzado ou ainda um pouco esverdeado de forma acicular formando massas radiais.

Localmente denota-se a presença de restritas concentrações de carbonato e analcima, havendo ainda a ocorrência de hematita e pórfiro de fluorita.

Em uma das amostras, desenvolveu-se uma textura traquítica contendo pórfiros de sanidina, albita e nefelina dispostos aleatoriamente numa mesóstase fina um pouco orientada, composta por pequeninas ripas de sanidina e albita associadas a grãos de piroxênio mal cristalizados e a nefelina.





Observar as feições estruturais em formas circulares do tipo neck que compõem as rochas vulcânicas de composição alcalina, fonólitos traquitóides, aegirina-fonólito, traquitos nefelinicos e foiaitos dominantes (TA). Constituem uma província petrográfica co-magmática anorogênica de idade oligocena, intrusiva no Complexo Nordestino (pEn). Na porção inferior da figura, parte sudeste, observar dentro do Complexo Nordestino o contato litológico que limita, aproximadamente, ro-

chas migmatíticas e núcleos de composição granitóide (ymi), com o conjunto de rochas adjacentes, constituídas de biotita-gnaisses e *augen* gnaisses, que se assemelham aos dos "domes migmatíticos" descritos por Mehnert. Imagem SLAR obtida em 1975-1976 — RADAMBRASIL — Folha SA.24-Z-C. Escala aproximada 1:250.000.





Qd - Dunas	Direção e mergulho da foliação	Eixo de sinclinal
Qa - Aluvião	Contato definido	Eixo de sinclinal com cimento
TQb - Grupo Barreiras	Contato litológico	Fratura
T - Vulcanismo Alcalino	Falha	Alinhamento de fratura
CNE - Complexo Nordestino		trço de camada
Gm - Granitos e migmatitos		
GNC - Gnaisses quartzitos, xistos e calcários		

Fig. 1.40 — Necks dos Serrotes Pão-de-açúcar, Japarara, Salgadinho e Preto. Rochas alcalinas feldspato-feldspatódica intrusivas no complexo Nordestino. Escala 1:250.000. Folha SA.24-Z-C.

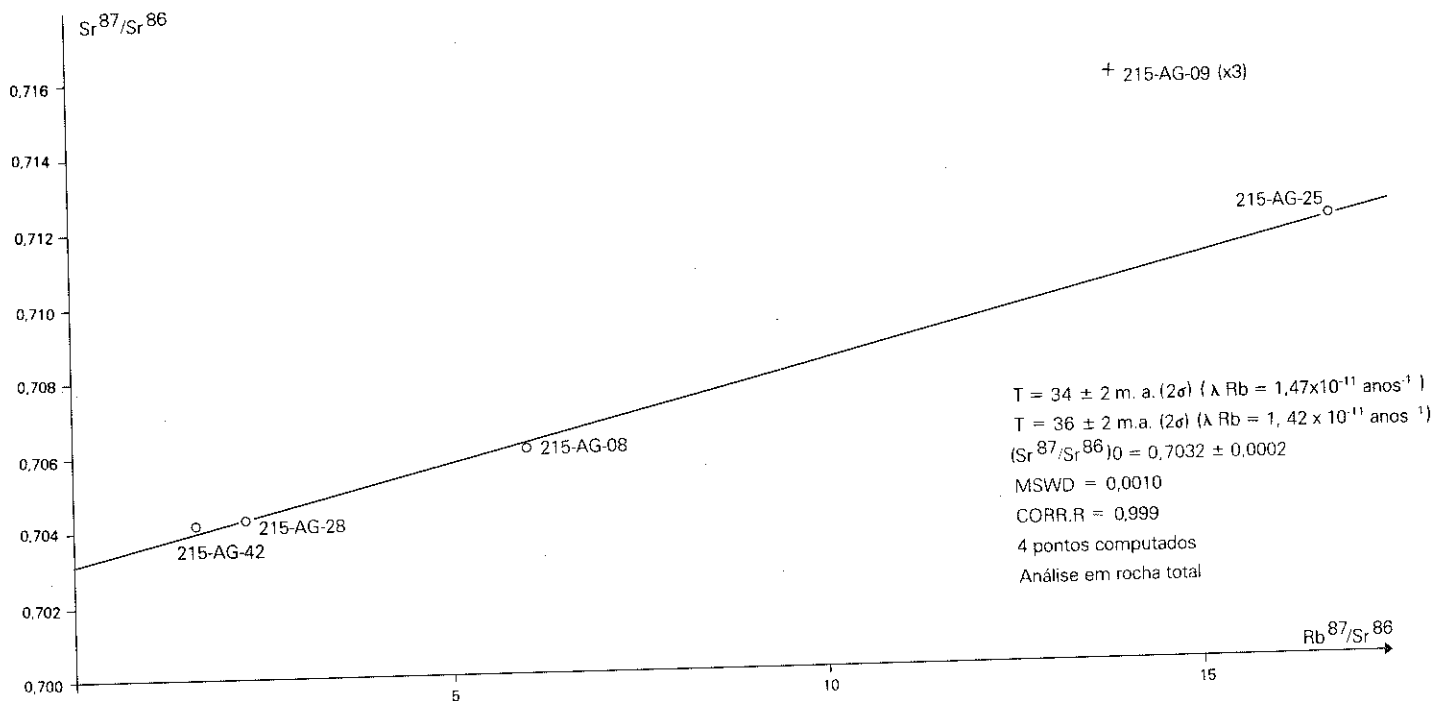


Fig. 1.41 - Isócrona Rb/Sr para fonólitos traquitóides da Folha SA.24-Z-C.

TABELA 1.XXXVII  
Dados analíticos Rb/Sr em rocha total dos fonólitos da Folha SA.24-Z-C

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	N.º LAB.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	IDADE (MA)
215-AG-08	Fonólito traquitóide	SA.24-Z-C	2.955	198,2	95,0	6,04±0,12	0,7060±0,0016	34±2**
215-AG-28	Fonólito traquitóide	SA.24-Z-C	2.953	202,9	260,9	2,25±0,05	0,7044±0,0015	34±2**
215-AG-42	Fonólito traquitóide	SA.24-Z-C	2.952	234,8	407,9	1,67±0,03	0,7042±0,0015	34±2**
215-AG-25	Fonólito traquitóide	SA.24-Z-C	2.962	216,4	37,3	16,805±0,475	0,7118±0,0015	34±2**
215-AG-09	Fonólito traquitóide	SA.24-Z-C	2.964	271,3	18,72	41,785±0,984	0,7409±0,0033	58±6**

Constantes:  $\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ ;  $Rb^{85}/Rb^{87} = 2,6027 \pm 0,0480$ . \*Valores de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  normalizados para a constante  $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$ .  
\*\*Idade isocrônica  $(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0,7032 \pm 0,002$ . \*\*\*Idade convencional com  $(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0,705 \pm 0,002$ .

TABELA 1.XXXVIII  
Dados analíticos K/Ar dos fonólitos da Folha SA.24-Z-C

N.º CAMPO	LITOLOGIA	FOLHA	MATERIAL	N.º LAB.	% K	ERRO (K) (75%)	Ar <sup>40</sup> x 10 <sup>-6</sup> rad	%Ar <sup>40</sup> atm	IDADE (MA)	REF.
AA-1	Foiáito	SA.24-Z-C	Feldspato	3.711	4,7678	0,5486	5,06	46,76	26,5±0,3	
MF	Traquito fooidal	SA.24-Z-C	RT	3.761	4,5558	0,1300	5,32	45,89	29,0±0,3	
251-DN-47	Aegirina fonólito	SA.24-Z-C	RT	3.870	4,6847	1,7500	6,15	19,50	32,7±0,7	
PV-38A	Fonólito	SA.24-Z-C	Feldspato	—	6,23	—	7,17	19,0	28,6±0,9	4
PV-38A	Fonólito	SA.24-Z-C	RT	—	5,03	—	5,37	34,9	26,6±0,8	4

Constantes:  $\lambda_{total} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$ ;  $\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$ ; % de K<sup>40</sup> em K<sub>total</sub> = 0,0119. \* moles (ccSTP).  
g

Os pórfiros de sanidina mostram-se em prismas alongados, pertizados e um pouco argilizados, sendo os de nefelina límpidos com contornos quadráticos. A albita por vezes apresenta geminação característica.

O piroxênio do tipo aegirina forma agregados e constitui finas faixas alongadas que permitem à rocha uma certa orientação, além do arranjo das ripas feldspáticas da mesóstase.

Dois amostras foram coletadas nas porções leste e nordeste do Serrote Japarara, revelando ao microscópio grandes semelhanças. A análise petrográfica mostrou também uma rocha análoga à do Serrote Preto, com textura traquítica melhor desenvolvida. A

rocha é maciça, homogênea, de granulação fina e coloração cinza-escuro-fosco. Em lâmina delgada, exibe uma mesóstase traquítica fibrosa, englobando pequenos pórfiros de albita e sanidina. Essa mesóstase é essencialmente formada por pequenas ripas de composição feldspática (albita e sanidina), cristais típicos de nefelina e grãos ferromagnesianos representados pela aegirina, a qual forma prismas rudimentares em concentrações por vezes associadas a opacos, encontrando-se comumente isolados.

Os estudos petrográficos sugerem uma cristalização simultânea do feldspato e do feldspatóide, comprovada pelo fato da nefelina não se impor em pórfiros, mas se associar lado a lado e mul-

tas vezes cristalizar-se intercrescida com o feldspato, difundindo-se na massa feldspatóidica. Na rocha foram identificados ainda como acessórios pequenos cristais euedrais a subedrais de titanita, minerais opacos em massas pequenas associadas aos piroxênios, prismas de anfibólio verde, e localmente observa-se um microfeno-cristal de fluorita. A rocha foi denominada de traquito foiaítico leucocrático.

No Serrote Ancuri foram analisadas três amostras apresentando as seguintes características: rocha homogênea, maciça, de granulação fina a média, coloração cinza-amarronzado médio, povoado por pequenos grãos de cor cinza-escuro, apresentando estrutura laminar quando observável no afloramento. O exame de três lâminas permitiu defini-la como foidito foiaito (Tab. 1.XL), extremamente rico em nefelina ocorrendo em prismas euedrais a subedrais, mostrando textura porfírica, com mesóstase traquítica porém com leve desenvolvimento em uma das amostras da textura com mesóstase microlítica fibrosa, característica da amostra mais pobre neste referido feldspatóide.

Em uma das amostras, os pórfiros de nefelina são bastante típicos, possuindo contornos hexagonais ou quadrados, mostrando-se contudo com os bordos um pouco corroídos pela mesóstase turva, sendo essa turbidez da mesóstase dada pela argilização dos feldspatos. Também na mesóstase a nefelina apresenta-se típica e intercala-se ao feldspato.

Ocorrendo ainda nesta matriz traquítica, observam-se raras concentrações de analcima sempre associadas a carbonato do tipo dolomito (através do raios X); pequenos grãos de aegirina mal cristalizados, disseminados pela rocha em pouca quantidade; pequenas massas de opacos, determinadas ao raios X como sendo hematita; alguns prismas finos de anfibólio e pequenas palhetas concentradas de pirofilita associadas aos piroxênios.

Rochas de composição traquito foiaítica são comuns no neck alcalino do Serrote Salgadinho, localizado a sudeste de Sítios Novos. A rocha apresenta uma granulação fina, homogênea maciça e coloração creme-acinzentada formando uma massa fina, fanerítica, povoada por pórfiros milimétricos esbranquiçados. No estudo da seção delgada apresenta-se essencialmente constituída por feldspato dos tipos albita e sanidina sob a forma de prismas alongados com geminações características (Albita e Carlsbad) e de dimensões que variam de 0,5 mm a 4,2 mm, em mosaico tipicamente ofítico, sendo os interstícios preenchidos por grãos de ferromagnesianos, por analcima e por uma massa turva identificada pelo raios X, como se tratando de argilo-mineral do tipo caolinita. Os acessórios presentes na rocha foram identificados como carbonato em pequenas massas disseminadas no mosaico, e grãos de hematita e titanita, em tamanhos milimétricos. Em uma das amostras ocorrem piroxênio (aegirina) e anfibólio, em arranjos de aspecto ruíniforme.

No Serrote Caruru, foram efetuados estudos petrográficos apenas em uma amostra. A rocha é maciça, porfírica, apresentando uma granulação média e coloração cinza médio, possuindo pequenas cavidades preenchidas e concentrações esbranquiçadas dispersas aleatoriamente.

Ao microscópio é representada por uma mesóstase fina, composta de um agregado de bastonetes curtos e de microlitos de feldspato (albita e sanidina), associado a pequenos grãos de aegirina e nefelina automórfica. O conjunto forma uma mesóstase de textura microlítica onde se destacam pórfiros de sanidina, albita e nefelina, encontrando-se ainda uma quantidade relativamente abundante de analcima preenchendo cavidades irregulares.

O feldspatóide exibe-se como microfeno-cristais com formas típicas em torno de 0,1 a 0,7 mm de comprimento e os feldspatos em prismas alongados de tamanhos maiores, variando de 0,1 a 2,5 mm na sua maior dimensão, sendo a sanidina caracterizada pela presença da geminação tipo Carlsbad e o plagioclásio encontrando-se com geminação Albita incipiente. Denota-se, em alguns pórfiros, um nítido intercrescimento dos feldspatos, em disposição irregular.

O piroxênio também se apresenta em tamanho de feno-cristais, sendo bastante alterado para uma massa preta opaca (processo de ferrificação).

Como acessório chama a atenção a abundância relativa de titanita, sempre euedral ou subedral, por vezes em tamanho de pórfiros. Ocorrem ainda pequenas palhetas de clorita e grãos de carbonato associados a analcima nas amígdalas. Novamente a mineralogia ótica foi confirmada pela análise difratométrica de raios X. Por estas características a rocha foi denominada de traquito foialítico leucocrático.

No neck alcalino que sustenta o Serrote Preto foram estudadas seis lâminas petrográficas, havendo uma predominância marcante de rochas traquíticas alcalina foiaítica com pequenas variações para traquito fluidal.

Na maioria das amostras coletadas, a rocha apresenta-se com granulações fina, fanerítica, maciça, homogênea de coloração cinza-escuro com variações para tonalidades cinza. A mineralogia fundamental é constituída por nefelina, analcita, aegirina, albita e sanidina, hematita, carbonato, titanita com rara ocorrência de massas fibrosas semi-radiais de pirofilita.

O plagioclásio albita e o feldspato calcassódico sanidina ocorrem em todas as amostras analisadas, sob a forma de pequenas ripas, associadas a prismas de piroxênio.

Em uma lâmina, os pórfiros de sanidina aparecem em forma de prismas alongados, isolados ou em agregados com contatos suturados, mostrando-se fraturados e com intercrescimento das duas fases feldspáticas.

O piroxênio é representado pela aegirina-augita e pela augita, ocorrendo em grãos pequenos, subautomorfos isolados ou constituindo aglomerados na matriz fina. A aegirina-augita é encontrada na mesóstase, com maior frequência; já os pórfiros são formados pelo tipo augita, havendo nos seus bordos uma substituição para aegirina-augita. Esses pórfiros subautomorfos por vezes constituem concentrações ou associam-se a anfibólio e a minerais opacos formando zoneamento, onde o piroxênio granular localiza-se nos bordos e o anfibólio no centro do zoneamento. O anfibólio possui pleocroísmo de amarelo-claro para marrom e um caráter ótico positivo sendo classificado como do tipo astrofilita, o qual apresenta uma transição para biotita e muitas fraturas preenchidas por opacos.

Em uma das lâminas, alguns grãos maiores de albita, irregularmente e em pouca quantidade distribuídos pelo mosaico, aparecem substituídos para analcima encontrando-se bastante fraturados. Os pequenos prismas alongados da mesóstase são associados e intercrescidos às ripas de feldspato potássico do tipo sanidina, o qual se apresenta com geminação Carlsbad característica e com aspecto turvo proveniente de inúmeras inclusões submicroscópicas.

O piroxênio do tipo aegirina ocorre em pequenos grãos dispersos por toda a rocha.

A nefelina ocorre variavelmente em quase todas as amostras estudadas sob a forma de pequenos cristais intersticiais.

Analcima é tão abundante quanto nefelina, ocorrendo predominantemente nas rochas com textura pilotaxítica e porfírica com mesóstase traquítica. Mostra-se com maior frequência preenchendo microfaturas ou em posição intersticial na matriz.

Os minerais ferromagnesianos são representados pelo piroxênio dos tipos aegirina como predominante e aegirina augita secundariamente, sob a forma de pequenos grãos subedrais e anedrais aparecendo também em algumas amostras feno-cristais, sendo neste caso, bastante alterado para uma massa preta opaca, indicando o processo de ferrificação. Em uma das amostras analisadas do neck alcalino do Serrote Preto, constatou-se a presença de prehnita em pequenas palhetinhas preenchendo vesículas no derame da lava traquítica.

Como acessório encontraram-se o anfibólio em pequenos grãos, magnetita límpida sem indícios de leucoxenização e minerais opacos associados a carbonato e analcima, preenchendo

TABELA 1.XXXIX  
Vulcânicas Alcalinas

AMOSTRAS	FB-3-A SA.24-Z-C	FB-3-B SA.24-Z-C	251-DN-47-A SA.24-Z-C	251-DN-47* SA.24-Z-C	251-DN-47* SA.24-Z-C	1524-CB-R-83-A SA.24-Z-C	1524-CB-R-83-B SA.24-Z-C	1524-CB-R-83-C SA.24-Z-C	FP-3-A SA.24-Z-C	FP-3-B SA.24-Z-C	AA-1 SA.24-Z-C	251-DN-45** SA.24-Z-C	1524-CB-R-91-A SA.24-Z-C	1524-CB-R-91-B SA.24-Z-C	264-AG-82 SA.24-Z-C	1524-FM-R-256-A SA.24-Z-C	
	(1)										(2)			(3)			
MINERAIS %																	
Albita/sanidina	76.7	83.0		65.2		73.0	76.5	62.5			28.0		42.0	30.6		66.4	
Albita																	
Sanidina			48.0		50.0				60.0	58.0							
Nefelina			20.0	12.7	22.0	3.7	1.7	16.0	12.0	10.0	47.5		48.4	34.7		14.7	
Analcima	4.8	2.5		0.1		7.8	7.7				8.1		3.4	20.0	x	2.7	
Aegirina			16.0		19.0				12.0								
Piroxênio/anfibólio						10.2											
Piroxênio	10.7	11.3		20.0			11.7	21.0		12.0	15.0		5.1			13.0	
Plagioclásio																	
Feldspato																x	
Olivina																x	
Olivina/indigita																	
Clinopiroxênio																	
Anfibólio																2.5	
Ferromagnesianos														14.0			
Biotita																	
Titano/augita																x	
Haunita			5.0		4.0												
Haunita/pseudoleucita									8.0								
Carbonatos/analcima/clorita									4.0	3.0							
Carbonatos/cloritas					4.0												
Opacos			1.0						4.0	5.0		14.0				x	
Opacos/esfeno/apatita					1.0												
Apatita																x	
Calcita																x	
Cataforita																	
Acessórios	7.8	3.2		2.0		4.3	2.4	0.5			1.4		1.1	0.7		0.7	
Nódulos										12.0							
Carbonato												13.0					
Matriz												48.5					
Fragmentos (quartzo + chert)												13.1					
Feldspato + pirita												3.6					
Traquito												6.8					
Quartzito												1.0					

(X): Presença do mineral sem percentagem determinada.

(1) Serrote Preto; (2) Serrote Ancuri; (3) Serrote Pão de Açúcar; (4) Serrote Salgadinho; (5) Serrote Japarara; (6) Serrote Caruru; (7) Serra Arriscada.

\* Amostra analisada em dois locais diferentes. \*\* Diques associados às alcalinas.



1524-FM-R-256-B SA.24-Z-C	1524-FM-R-224-A SA.24-Z-C	1524-FM-R-224-B SA.24-Z-C	1524-CB-R-89 SA.24-Z-C	1524-CB-R-90 SA.24-Z-C	215-AG-42 SA.24-Z-C	1524-CB-R-86-B SA.24-Z-C	215-AG-27** SA.24-Z-C	215-AG-46** SA.24-Z-C
	(4)		(5)		(6)	(7)		
77.9	86.0		54.0	59.0	59.7	59.0		
							52.7	
10.7					9.2		13.8	
	2.0	19.8	33.7	10.3		19.5		
0.7	0.9				20.4		3.4	
25.9							25.9	
9.6	8.9		11.1	30.0	8.4			18.87
		61.6						
								11.71
								30.85
								16.81
		17.6				20.8		
							1.2	
								21.76
							0.7	
1.1	2.2	1.0	1.2	0.7	2.3	0.7	2.3	

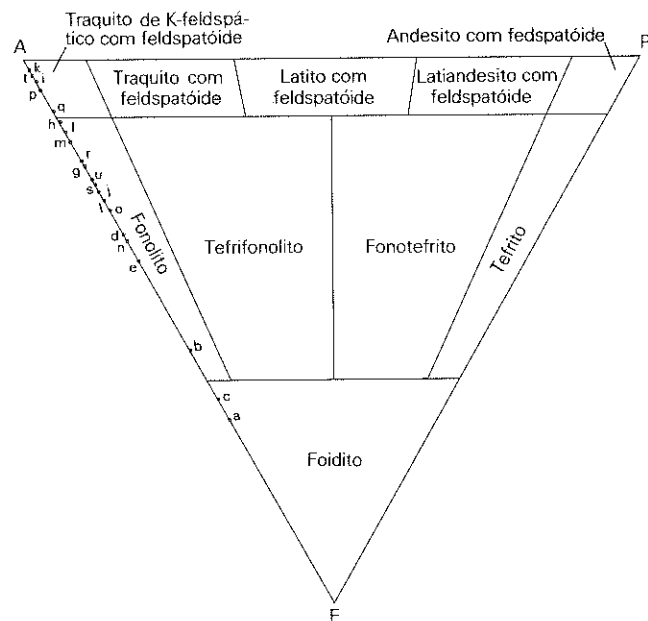


Fig.1.42 Diagrama de Streckeisen para rochas vulcânicas alcalinas feldspatóidicas. Folha SA.24-Z-C.

cavidades ou ainda constituindo pequenos pórfiros. O carbonato mostra-se também em microveios cortando todo o mosaico.

Os diques de rocha alcalina que não foram representados no Mapa Geológico devido as suas pequenas dimensões são bastante comuns, ocorrendo quase sempre associados aos *necks* alcalinos preenchendo zonas de fraturamento das rochas encaixantes. Ocorrem, com maior frequência, concordantes com o rumo regional, alinhados grosseiramente segundo as direções NE-SO.

Merece destaque a presença de dois tipos litológicos nas vizinhanças do *neck* alcalino do Serrote Pão de Açúcar, não conhecida até o presente na literatura geológica da área em foco. As análises petrográficas efetuadas nestes dois tipos revelaram tratar-se de um cinerito vulcânico detrítico e de uma analcita basalto a analcita traquibasalto. No primeiro caso a rocha possui uma massa fina de coloração creme-acinzentada com inúmeros fragmentos de coloração creme a creme-esbranquiçada de dimensões variadas. Ao microscópio a rocha acha-se constituída por um aglomerado de fragmentos de feldspato, quartzo, *chert*, traquito, quartzito, opaco vermelho, pertita, carbonato e argilito, dispersos numa matriz crip-tocristalina quase isotrópica. Os fragmentos variam de 0,5 cm de diâmetro até submicroscópicos, predominando os finos que se confundem praticamente com a matriz. Pela composição mista que apresenta, onde fragmentos de rochas sedimentares estão associados a fragmentos ígneos e metamórficos, esta rocha foi classificada como uma vulcanodetrítica, a qual pela predominância da matriz com características de cinza foi denominada como cinerito vulcanodetrítico.

O afloramento de analcita basalto ocorre sob a forma de blocos soltos no Serrote do Bode, na porção oeste do *neck* do Pão de Açúcar. A rocha possui uma coloração cinza-escuro, maciça, de granulação fina e textura porfirítica a intergranular. É constituída mineralogicamente por olivina, titano-augita, analcita, opacos, apatita, calcita e feldspato. Um aspecto interessante observado microscopicamente é a ocorrência de zonas com graus de cristalização diferente. Em alguns locais, houve uma participação de voláteis, evidenciado pelo aparecimento de cristais aciculares (*whisker*) de titano-augita e feldspato, com concentrações ocasionais de calcita.

TABELA 1.XL  
Resumo das descrições petrográficas

PROCEDÊNCIA	AMOSTRAS	ANÁLISES MODAIS	MINERALOGIA								CLASSIFICAÇÃO	PARÂMETROS DE STRECKEISEN				REPRESENTAÇÃO NO DIAGRAMA
			Feldspato	Nefelina	Analcima	Hauinita (?)	Proxênio	Anfíbólio	Ferromagnesianos	Acessórios		A	P	F	M	
Serrote Ancuri	AA-1	1.	28.0	47.5	8.1	—	15.0	—	—	1.4	Foidito-foiaito leucocrático	33.5	—	66.5	16.4	a
	1524-CB-R-91-A	1.	42.0	48.4	3.4	—	5.1	—	—	1.1	Foidito-foiaito leucocrático	44.8	—	55.2	6.2	b
	1524-CB-R-91-B	1.	30.6	34.7	20.0	—	—	—	14.0	0.7	Foidito-foiaito leucocrático	35.9	—	64.1	14.7	c
Serrote Caruru (Messejana)	215-AG-42	1.	59.7	9.2	20.4	—	8.4	—	—	2.3	Traquito fluidal leucocrático	66.8	—	33.2	13.7	d
Serrote Japarara	1524-CB-R-89	1.	54.0	33.7	—	—	—	—	11.1	1.2	Traquito foiaítico leucocrático	61.6	—	38.4	12.3	e
	1524-CB-R-90	1.	59.0	10.3	—	—	30.0	—	—	0.7	Foiaito leucocrático	85.1	—	14.9	30.7	f
Serrote Pão de Açúcar	1524-FM-R-256-A	1.	66.4	14.7	2.7	—	13.0	2.5	—	0.7	Foiaito leucocrático	79.2	—	20.8	16.2	g
	1524-FM-R-256-B	1.	77.9	10.7	0.7	—	—	—	9.6	1.1	Foiaito leucocrático	87.2	—	12.8	10.7	h
Serrote Preto	FB-3-A	1.	76.7	—	4.8	—	10.7	—	—	7.8	Traquito alcalino foiaítico leucocrático	94.1	—	5.9	18.5	i
	FP-3-A	2.	60.0	12.0	—	8.0	12.0	—	—	8.0	Aegirina fonólito traquítico	75.0	—	25.0	16.0	j
	FB-3-B	1.	83.0	—	2.5	—	11.3	—	—	3.2	Traquito alcalino foiaítico leucocrático	97.1	—	2.9	14.5	k
	FP-3-B	2.	58.0	10.0	—	12.0	12.0	—	—	8.0	Aegirina-augita fonólito	72.5	—	27.5	20.0	l
	251-DN-47	1.	65.2	12.7	0.1	—	20.0	—	—	2.0	Traquito fluidal leucocrático	83.6	—	16.4	22.0	m
	251-DN-47	2.	50.0	22.0	—	4.0	19.0	—	—	5.0	Aegirina fonólito pórfiro	66.0	—	34.0	20.0	n
	251-DN-47-A	2.	58.0	20.0	—	5.0	16.0	—	—	1.0	Aegirina fonólito	71.0	—	29.0	18.0	o
	1524-CB-R-83-A	1.	73.0	3.7	7.8	—	—	—	10.2	4.3	Traquito alcalino foiaítico leucocrático	93.8	—	6.2	10.5	p
	1524-CB-R-83-B	1.	76.5	1.7	7.7	—	11.7	—	—	2.4	Foiaito leucocrático	89.1	—	10.9	14.1	q
	1524-CB-R-83-C	1.	62.5	16.0	—	—	21.0	—	—	0.5	Traquito fluidal leucocrático	79.6	—	20.4	21.5	r
Serrote Arriscada	1524-CB-R-86-B	1.	59.0	19.5	—	—	—	—	20.8	0.7	Foiaito leucocrático	75.2	—	24.8	21.5	s
Serrote Salgadinho	1524-FM-R-224-A	1.	86.0	2.0	0.9	—	8.9	—	—	2.2	Traquito foiaítico leucocrático	96.7	—	3.3	11.1	t
	1524-FM-R-224-B	1.	61.6	19.8	—	—	—	—	17.6	1.0	Foiaito leucocrático	75.7	—	24.3	18.6	u

Obs.: 1. Análises modais; 2. Proporções estimativas.

## F) Análises químicas

Neste item transcreveram-se os resultados das análises químicas e espectrográficas obtidas pelo Projeto RADAMBRASIL para as rochas alcalinas da Folha SA.24-Z-C, reportadas por Issler *et alii* (1977), enumeradas e modificadas de acordo com o sumário do presente trabalho.

Dezenove análises químicas são apresentadas, incluindo sete dos trabalhos anteriores que constam da Tabela 1.XLI.

Alumina, em geral, não é saturada pelos alcalinos. O óxido de sódio predomina sobre o óxido de potássio. O coeficiente apatítico de Fersman obtido da razão da soma das percentagens dos alcalinos sobre a percentagem de alumina é representado por valores que oscilam de 0,65 a 0,74. Alguns dados químicos associados com o caráter mineralógico são: baixa percentagem de óxido de manganês, representado por valores que variam de 0,11 a 0,35, participação de fósforo formando apatita, e baixa percentagem de  $TiO_2$  e a formação de esfero. Estes dados incluem estas intrusivas alcalinas feldspatóidicas cratogênicas no grupo de rochas miáscticas, como proposto por Gerasimovski (1967).

O Índice de Rittmann (1960), representado por valores que variam de 15,72 a 29,60, indica uma Província Atlântica para as rochas, devido serem os valores de  $Na_2O$  maiores que os de  $K_2O$ .

Se as percentagens de  $SiO_2$  são plotadas contra as porcentagens de  $Na_2O + K_2O$  no diagrama de Zubkov (1967) todos os pontos analíticos representativos das amostras analisadas superpõem-se no campo do nefelina-sienito (Fig. 1.43).

Existe uma correlação particularmente marcante entre os índices de Rittmann e os respectivos números de Niggli qz. Esta correlação é retilínea, sendo interessante observar que o prolongamento dessa reta cruza o eixo do qz em valores negativos, como é observado na Figura 1.44.

De acordo com Rittmann (*op. cit.*), a correlação decrescente de s com o crescimento de  $SiO_2$  indica uma transferência gasosa com subtração de álcalis do fundo da câmara magmática.

Cento e treze determinações de elementos traços são apresentados, incluindo trinta e seis dos trabalhos anteriores que constam da Tabela 1.XLII.

O processamento dos dados através da média aritmética dos elementos-traço dos Serrotes Caruru (Messejana), Ancuri, Salgadinho, Japarara, Pão de Açúcar e Preto é representado na Tabela 1.XLIII, juntamente com alguns dados de Gerasimovski (1974).

Com a finalidade de estabelecer analogias entre estas intrusivas alcalinas através dos elementos traços, processou-se o tratamento estatístico dos dados constantes da Tabela 1.XLIII, cujos resultados podem ser observados na Tabela 1.XLIV (testes de correlação linear de Pearson).

### 1.1.2.1.14 — Grupo Barreiras

#### A) Generalidades

Matoso & Robertson (1959) apresentam uma excelente análise sobre o uso geológico do termo "Barreiras" da qual transcrevem-se aqui partes do seu texto: "Os termos 'Formação Barreiras', 'Formação das Barreiras' e 'Séries das Barreiras' vêm sendo usados indistintamente no Brasil para designar todas as rochas não consolidadas que recobrem o cristalino ou que parecem ter sido depositadas discordantemente sobre rochas de idade cretácea estendendo-se com numerosas interrupções desde o Estado do Rio de Janeiro até o Pará e penetrando no vale Amazônico até a fronteira da Colômbia, Peru e Bolívia".

"Essa 'Formação' ou 'Série' acha-se exposta em numerosos barrancos de rios, lagos ao longo da costa brasileira, assim como em vários cortes de estradas, e no interior amazonense, inclusive no Maranhão. Consiste de uma sucessão de leitões e lentes de sedi-

mentos clásticos pouco consolidados, desde conglomerados a arenitos de todas as granulometrias e folhelho”.

“A litologia dessas rochas nunca foi estudada em detalhe; correlação, pelo menos por enquanto, é impossível devido à falta de dados e à heterogeneidade dos depósitos, mesmo considerando uma área pequena como o Recôncavo, por exemplo”.

“Os fósseis são raros ou escassos” e em apenas uma ou duas localidades acham-se plantas fósseis que permitiram atribuir-lhe a idade pliocênica”.

Costa *et alii* (1973) fazem um breve resumo do Grupo Barreiras analisando-o assim: “O termo ‘Barreiras’ foi usado por Branner, em 1902 (in Mabesoone, Silva e Beurlen, 1972), quando se referiu aos sedimentos variegados, inconsolidados, que ocorrem de forma contínua por toda faixa costeira desde o Estado do Rio de Janeiro até a foz do Amazonas. Oliveira & Leonardos (*op. cit.*) reúnem esses depósitos costeiros sob o nome de ‘Série Barreiras’. Oliveira & Ramos (1956) chamaram ‘Formação Barreiras’ aos mesmos sedimentos na costa norte de Recife. Kegel (*op. cit.*) restringiu o termo ‘Formação Barreiras’, na região costeira do Rio Grande do Norte, às camadas variegadas superiores, e ‘Infra-Barreiras’, à camada de areias argilosas e caulínicas da base. Bigarella & Andrade (1964) estudaram alguns perfis em torno de Recife e propuseram o termo ‘Grupo Barreiras’, incluindo uma seqüência inferior, denominada de Formação Guararapes, e sobre esta depositada em discordância erosiva a Formação Riacho Morno, correlacionada à Formação Barreiras de Kegel”.

“Campos (1969) discerniu mais duas formações na região de Natal, recobrando a Formação Riacho Morno de Bigarella & Andrade e separada por outra desconformidade de erosão. São as Formações Macaíba, inferior, e Potengi, na parte superior. Mabesoone, Silva e Beurlen (*op. cit.*), em pesquisas na faixa costeira do nordeste ocidental, contestaram a existência das Formações Riacho Morno e Potengi, definindo-as como meras capas de intemperismo das formações subjacentes, respectivamente, Guararapes e Macaíba”.

“Na área do Projeto Jaibas, adotou-se o termo Grupo Barreiras Indiviso para definir os sedimentos inconsolidados, afossilíferos, que ocorrem praticamente por toda a faixa costeira. Constituem-se essencialmente de areias limpas, de coloração creme-amarelada e avermelhada, acamamento indistinto, correlacionadas com reservas à Formação Macaíba, e uma capa de areias claras, provavelmente correspondente à fase de intemperismo Potengi ou mais recente”.

Na área objeto deste trabalho, situada nas Folhas SA.24-Y-C e SA.24-Y-A, Costa *et alii* (1973) definiram também uma nova unidade litoestratigráfica sotoposta ao Grupo Barreiras a qual denominaram de Formação Camocim referindo-se assim: “Na costa norte do Ceará, entre o vale do rio Acaraú, e a região de Chaval, ocorre uma formação sedimentar de cobertura, que pelas suas características litológicas, estruturas e posicionamento estratigráfico não encontra similar nos perfis do Grupo Barreiras, constituindo uma unidade nova e ainda não descrita na geologia ceno-

TABELA 1.XLI  
Análises químicas das rochas alcalinas da Folha SA.24-Z-C

PROCEDÊNCIA	ÓXIDOS Amostras	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	S	Cl	H <sub>2</sub> - P.F. 1.000°C H <sub>2</sub> O	TOTAL	C.A.*	I.R.**
Serrote Ancurú	AA-1*	54,05	22,71	3,32	nihil	0,34	0,53	0,66	0,82	9,97	5,79	0,08				2,21 0,20	100,68	0,69	22,48
	215-AG-41	54,17	23,03	1,08	1,98	0,35	0,39	0,50	0,53	9,99	6,99	0,04				1,47 0,08	100,60	0,74	25,81
	215-AG-41	52,32	23,65	1,89	1,09	0,32	0,39	0,53	0,54	9,68	6,93	0,04				3,03 0,32	100,73	0,70	29,60
	MF	55,16	19,06	1,52	0,73	0,11	0,42	1,28	0,70	8,00	6,17	0,05	0,60	0,00	0,00	3,76 2,49	100,03	0,74	16,51
	AA-1	54,17	22,00	2,32	0,48	0,26	0,32	0,63	0,36	8,91	5,78	0,07	0,00	0,00	0,00	0,18 2,28	97,76	0,67	19,32
	AA-2	55,25	22,22	1,57	0,45	0,25	0,31	0,70	0,75	10,77	5,53	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33 0,15	100,28	0,73	21,69
Serrote Carruru (Messejana)	MF*	53,72	22,30	2,72	0,26	0,26	0,55	1,00	0,64	9,47	6,26	0,09				3,14 0,38	100,79	0,71	23,08
	215-AG-42	53,49	24,24	0,94	1,67	0,24	0,36	0,79	0,76	8,87	7,43	0,04				1,81 0,12	100,76	0,67	25,33
	MV-1	55,10	20,90	1,50	1,61	0,15	0,46	1,80	0,49	8,20	6,60	0,12	0,18	0,00	0,00	2,80 0,23	100,14	0,71	18,10
	MF-1	53,21	21,70	1,60	1,08	0,11	0,55	1,89	0,74	8,50	5,80	0,14	0,00	0,00	0,00	0,41 4,15	99,88	0,66	20,03
	E-9	55,04	20,95	1,50	1,03	0,10	1,73	1,40	1,45	7,48	6,75	0,10	0,00	0,00	0,00	3,64 0,31	101,48	0,68	16,82
	MF-2	53,22	20,73	1,42	1,44	0,11	0,70	1,82	2,22	8,65	5,60	0,06	0,00	0,00	0,00	3,50 0,64	100,11	0,69	19,87
Serrote Japarara	215-AG-25	55,16	24,13	1,19	1,52	0,31	0,26	0,61	0,53	8,99	7,12	0,02				0,79 0,15	100,78	0,67	21,34
Serrote Salgadinho	215-AG-08	57,29	22,01	1,17	1,69	0,27	0,49	1,05	0,41	7,62	7,37	0,06				1,17 0,10	100,70	0,68	15,72
	215-AG-08	55,37	22,38	1,16	1,16	0,30	0,26	0,62	0,48	8,68	7,05	0,04				2,98 0,16	100,64	0,70	20,00
Serrote Pão de Açúcar	215-AG-28	55,10	21,53	1,02	2,02	0,24	0,57	0,99	0,83	8,49	7,24	0,05				1,62 0,44	100,14	0,73	20,45
	215-AG-28	55,24	23,21	0,99	1,60	0,30	0,36	0,50	0,30	9,68	6,75	0,05				1,04 0,19	100,21	0,71	22,05
Serrote Preto	FP-03-A	56,80	19,84	1,16	2,63	0,29	0,58	1,90	0,90	6,01	6,88	0,13				2,48 0,34	99,94	0,65	12,04
	FP-03-B	58,09	19,40	0,92	2,95	0,28	0,55	1,41	0,67	6,62	7,11	0,16				1,91 0,27	100,34	0,71	12,49

AA-1; 215-AG-41; 215-AG-41; MF; 215-AG-42; 215-AG-25; 215-AG-08; 215-AG-09; 215-AG-28; 215-AG-28; FP-03-A; FP-03-B — Analista: Prof. Carlos Burger Júnior, Lab. Anal. Quím. de Rochas e Minerais, Inst. Geoc., UFRGS.

AA-1; MV-1; MF-1 (Vandoros & Oliveira, 1968) — Analista: Aluizio Delgado, Lab. Anal. Quím., SUDENE. *Apud in Rao & Sial* (1972).

MF; AA-2; E-9; MF-2 (Vandoros & Oliveira, 1968) — Analista: Maria F. Seita, Lab. Tec. Fis.-Quím., Lisboa, Portugal. *Apud in Rao & Sial* (1972).

\*Coeficiente Apatítico. \*\*Índice de Rittmann.

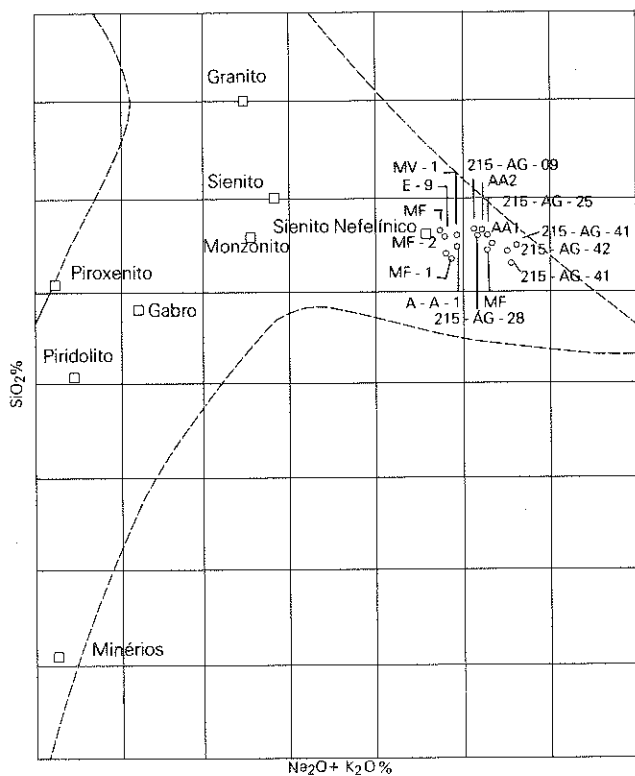


Fig. 1.43 - Diagrama de Zubkov (1967). Rochas alcalinas. Folha SA.24-Z-C.

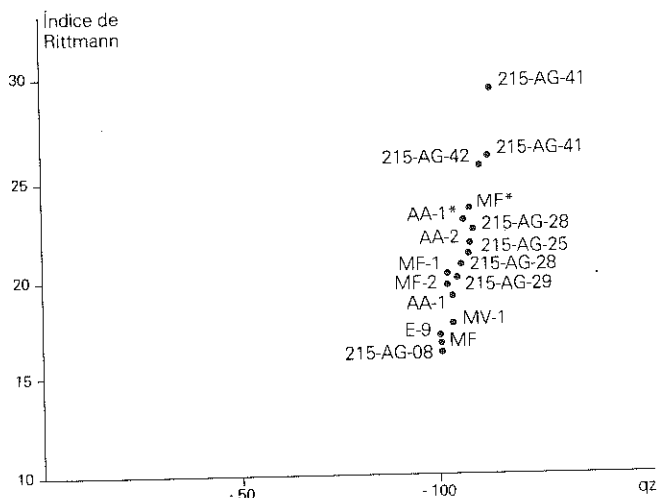


Fig. 1.44 - Correlação entre o índice de Rittmann e qz das rochas alcalinas. Folha SA.24-Z-C.

zóica do Nordeste, para o qual propomos a denominação de 'Formação Camocim'".

Braga *et alii* (*op. cit.*), durante os trabalhos do Projeto Fortaleza, preferiram adotar, por melhor solução, a denominação de Grupo Barreira Indiviso.

Neste relatório, a Formação Camocim definida por Costa *et alii* (1973), com exposição na praia do Farol, na cidade homônima, foi englobada como uma fácies do Grupo Barreiras.

Esse fato se deve à falta de continuidade física dessa formação, não tendo sido observada em outras áreas, conforme foram mapeadas por aqueles autores. Nesse sentido foi constatado que, nos

trechos Granja e Camocim, Granja e Martinópolis, as litologias ditas como pertencentes à referida formação encontram-se sempre formando lentes de pequena amplitude, possivelmente refletindo paleocanais, relacionados a uma drenagem anterior a atual, que entalhou talvegues de pouca a média profundidade nos sedimentos continentais do Grupo Barreiras, portanto em posição estratigráfica inversa da que foi anunciada por Costa *et alii* (1973), como sotoposta às camadas do Grupo Barreiras.

#### B) Posição estratigráfica

O Grupo Barreiras devido a sua grande distribuição espacial acha-se recobrendo diversas unidades litoestratigráficas mapeadas, sendo que na orla de praia sotopõe-se em discordância pelas coberturas que formam as dunas, e localmente ao longo dos vales, principalmente dos rios Ceará, Curu, Acaraú e Parnaíba pelos sedimentos aluvionares.

Sobrepõe-se discordantemente sobre a superfície de erosão das rochas pré-cambrianas dos Complexos de Granja, Nordestino e do Grupo Martinópolis.

Os esquemas estratigráficos até agora apresentados para as individualizações de várias formações dentro desse grupo, baseados geralmente em eventos geomorfológicos e paleoclimáticos, são bastante problemáticos, não existindo dados suficientes para uma aceitação de tais subdivisões.

Mabesoone, Silva e Beurlen (1972), tratando do problema da datação do Grupo Barreiras, comentam: "O único indicio certo de uma datação estratigráfica é o fato de que as camadas do equivalente da Formação Guararapes na região de Belém do Pará repousam sobre a Formação Pirabas, de idade miocênica inferior. Dessa maneira, pode-se supor que a Formação Guararapes seja de idade miocênica superior ou pliocênica".

Na Folha SA.24-Y-C, os sedimentos do Grupo Barreiras assentam sobre rochas calcárias, verdadeiras coquinas, do Mioceno Inferior, que afloram em várias localidades entre Buriti dos Lopes e Parnaíba, correlacionadas com as camadas de calcários da Formação Pirabas. Baseados nessa relação, é que consideramos a sua posição na coluna estratigráfica como do Mioceno Superior a Pleistoceno, sendo que o seu limite superior não pode ser definido com precisão, por falta de elementos fósseis tão raros nessa unidade litoestratigráfica.

Na falésia da praia do Farol nos arredores da cidade Camocim e em outras áreas mais ao sul, Costa *et alii* (1973) individualizaram uma nova formação sedimentar de cobertura, que denominaram de Formação Camocim, posicionando-a entre os calcários da Formação Pirabas e o Grupo Barreiras.

Ainda segundo aqueles autores, esta formação é constituída petrograficamente por um ortoconglomerado grosseiro, oligomítico, de elevada maturidade, cimentado por material laterítico sílico-ferruginoso de cores marrom, castanho e vermelho, extremamente duro.

Nos principais perfis realizados nas áreas de ocorrências da Formação Camocim de Costa *et alii* (1973), seções entre Coreau—Camocim e Granja a Martinópolis, essa formação é de difícil identificação onde as litologias são bastante heterogêneas, em que os seixos de quartzo e de rochas diversas distribuem-se caoticamente em pacotes de areia silto-argilosa inconsolidada.

Na falésia da seção tipo da Formação Camocim definida por Costa *et alii* (1973), observa-se realmente um contato brusco dos conglomerados que compõem essa formação, passando a um pacote superior, composto de areias finas com material argiloso inconsolidado não estratificado, colocado por aqueles autores como pertencente ao Grupo Barreiras.

Entretanto, nos vários cortes situados nas estradas CE-71 entre Camocim e Granja e entre Granja e Martinópolis, observaram-se vários afloramentos típicos de ambiente fluvial mais recente onde os níveis de sedimentos variam entre 3 e 4 m de espessura, formados por seixos subarredondados de quartzitos, espalhados em

uma matriz arenosa inconsolidada, geralmente de pequenas amplitudes, sobrepostos a areias finas misturadas a material argiloso, e posicionadas no topo das partes mais elevadas em relação aos vales atuais, constituindo depósitos mais novos em paleocanais, com seixos retrabalhados do Grupo Barreiras, tendo essas áreas sido englobadas por aqueles autores, como fazendo parte da então proposta Formação Camocim.

A Formação Camocim não contém uma expressão e distribuição espacial bem caracterizada, ficando apenas restrita aos afloramentos da praia do Farol, não sendo condizente com o mapeamento regional.

Apoiado neste fato, julgou-se mais correto englobar os sedimentos que compõem a citada formação como pertencentes ao Grupo Barreiras, sendo no momento indiferenciados nas outras áreas mapeadas por Costa *et alii* (1973), podendo entretanto em estudos de detalhes posteriores vir a ser individualizada como uma Formação do Grupo Barreiras.

Neste trabalho, preferiu-se não fazer possíveis correlações litoestratigráficas com as várias unidades litoestratigráficas já definidas em outras áreas do Nordeste Oriental, tanto pela falta de da-

dos mais concretos, como pelas controvérsias já constatadas sob o ponto de vista de suas identificações nestas áreas.

A espessura desses sedimentos varia de local para local, tanto pela irregularidade do seu substrato, paleorrelevo, como pela erosão que truncou suas camadas, entalhou talvegues mais profundos em áreas mais propensas a condições climáticas mais úmidas, ou nivelando os seus topos em condições mais áridas. Silva & Silva (1970) referem-se a espessuras de 40 m obtidas em perfurações realizadas em Paracatu e Camocim.

O Grupo Barreiras na área em epígrafe não apresenta evidências de perturbações tectônicas, mas tão-somente uma ligeira inclinação em direção ao mar, reflexo, talvez em parte, do paleorrelevo das rochas do seu substrato.

### C) Distribuição na área

O Grupo Barreiras distribui-se em uma faixa com largura variável e contínua ao longo da costa, limitando-se na parte sul por rebordos pouco pronunciados, caracterizado por escarpas suaves de pequenas amplitudes, podendo localmente apresentar-se quase ao

TABELA 1.XLII  
Conteúdo em elementos-traço nas chaminés alcalinas da Folha SA.24-Z-C

AMOSTRAS	MF-1	MF	E-9	AA-1	215-AG-08	215-AG-09	215-AG-25	215-AG-28	215-AG-41	215-AG-42	1524-CB-R-83-C
Li					31	40	27	19	49	12	44
Be					<5	<5	<5	<5	<5	<5	10
V	56.0	116.5	31.0	14.0							
Cr	21.5	5.5	12.5	12.5							
Co	6.2	7.5	5.5	5.7							
Ni	8.8										
Cu	17.0	16.0	17.0	21.0							
Ga	26.5	35.5	26.5	25.5	22	27	22	21	32	24	28
Rb					232	304	242	191	430	249	361
Sr	670.0	230.0	666.0	53.5							
Ce					<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
La	140.0	126.5	130.0	130.0	40	108	62	< 30	56	30	106
Y					25	18	12	10	12	10	42
Zr	407.0	613.0	405.0	820.0	710	970	570	500	1000	440	1680
Nb					164	112	90	90	240	80	530
Ba	715.0	506.5	765.0								
Hf					<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Ta					<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100

MF-1 e E-9: Fonólitos-Messejana; MF e AA-1: Fonólitos-Ancuri. Método de espectrografia ótica por emissão. *Apud* Rao & Sial (1972).  
215-AG-08 e 215-AG-09: Fonólitos-Salgadinho; 215-AG-25: Fonólitos-Japarara; 215-AG-28: Fonólito Pão de Açúcar; 215-AG-41: Fonólito-Ancuri; 215-AG-42: Fonólito-Messejana;  
1524-CB-R-83-C: Fonólito-Preto. Nb, Ta, Zr, Ga e Ba são determinados pelo método de espectrografia ótica por emissão; Li foi analisado por absorção atômica e Rb pelo método de fluorescência de raios X. GEOSOL. Bol. Análise n.º 18960. Hf, Ce, La, Y pelo método de espectrografia ótica por emissão. GEOSOL. Bol. Análise n.º 18.960A.



TABELA 1.XLIII  
Média aritmética dos elementos-traço

MESSEJANA	SERROTE ANCURI		SERROTE SALGADINHO		SERROTE JAPARARA	SERROTE PÃO DE AÇÚCAR	SERROTE PRETO	ELEMENTOS-TRAÇO GERASIMOVSKI (1974)	
	MF-1 E-9 251-AG-42	MF AA-1 215-AG-41	215-AG-08 215-AG-09		215-AG-25	215-AG-28	1524-CB-R-83-C	Variação	Média
Li	12	49	Σ/2 36		27	19	44	10-320	30
Be	<5	<5	Σ/2 <5		<5	<5	10	2-50	5-7
V	Σ/2 44	Σ/2 85							
Cr	Σ/2 17	Σ/2 9							
Co	Σ/2 6	Σ/2 7							
Ni	9								
Cu	Σ/2 17	Σ/2 19							
Ga	Σ/3 26	Σ/3 31	Σ/2 25		22	21	28	10-140	36
Rb	249	430	Σ/2 268		242	191	361		
Sr	Σ/2 668	Σ/2 142						10-3200	850
Ce	<100	<100	Σ/2 <100		<100	<100	<100		
La	Σ/3 53	Σ/3 104	Σ/2 74		62	<30	106		
Y	<10	12	Σ/2 22		12	10	42		
Zr	Σ/3 417	Σ/3 811	Σ/2 840		570	500	1680	330-19200	
Nb	80	240	138		90	90	530	16-2160	200
Ba	Σ/2 740	507							
Hf	<100	<100	Σ/2 <100		<100	<100	<100	8-640	
Ta	<100	<100	Σ/2 <100		<100	<100	<100	1.3-200	18

mesmo nível altimétrico das áreas aplainadas dos Complexo de Granja e Nordeste.

Apresenta-se com maior extensão espacial distribuído nas Folhas SA.24-Y-C e SA.24-Y-D, ocupando cerca de 20% aproximadamente da área mapeada.

Desde a Folha SA.24-Z-C no extremo oriental da área, até a parte ocidental, localmente seus limites com o Complexo Nordestino e com o de Granja tornam-se bastante difíceis de serem cartografados nas imagens de radar. Nestas áreas recorreu-se às imagens de Landsat de composição colorida, obtendo-se bons resultados na aproximação dos limites litocartográficos.

#### D) Litologias

O estudo litológico desta unidade litoestratigráfica foi baseado nas observações de falésias, cortes de estradas e dos barrancos dos principais rios que ocorrem na área. As variações litológicas tanto na vertical quanto na horizontal não serão discutidas aqui em detalhe, pois isto foge ao escopo deste relatório, devido à falta de estudos sedimentológicos, o que se faz necessário para uma melhor definição deste conjunto de sedimentos. Desta forma será apresentada uma descrição generalizada de suas principais características litológicas.

Litologicamente essa seqüência sedimentar é representada por argilas variegadas e arenitos avermelhados com níveis caulínicos, conglomerados grosseiros com matriz arenosa avermelhada, reunidos por cimento ferruginoso, localmente às vezes muito consistente, incluindo seixos de quartzo, quartzito, bem selecionados, e de rochas cristalinas diversas, apresentando sempre uma estratificação não distinta.

Na zona litorânea, apresenta-se como um pacote de material areno-argiloso de colorações vermelhas e creme-amareladas, mal selecionados, com raros níveis caulínicos, com acamamento não distinto, e intercalações de leitos de granulação mais grosseira a conglomerática. Nas porções mais próximas à costa, a lixiviação contribui para carrear a percentagem argilosa, resultando uma cobertura mais arenosa da parte mais superior deste Grupo.

Na região de Morrinhos, os leitos conglomeráticos aparecem com maior freqüência sendo constituídos por cascalho quartzoso grosseiro, distribuídos em uma matriz caulínica inconsolidada.

Em todos os afloramentos estudados, a estratificação é de maneira geral indistinta, notando-se apenas um leve paralelismo entre os níveis de constituição faciológica diferente.

De Fortaleza para noroeste, a seqüência dos sedimentos é mais ou menos a mesma que aflora na Folha SA.24-Y-C, iniciando-se na base por um arenito de coloração clara, com leves indícios de oxi-

dação, apresentando níveis conglomeráticos basais e aparecendo no topo sedimentos areno-siltosos avermelhados.

Na costa a sudeste de Fortaleza, os afloramentos são escassos e normalmente apresentam um comportamento muito heterogêneo de uma localidade para outra.

#### 1.1.2.1.15 — Colúvios

##### A) Distribuição e modo de ocorrência

Nos amplos vales confinados por cristas quartzíticas, especialmente aquelas que formam as serras de São Joaquim, da Timbaúba, Gameleira, da Ubatuba e da Gurguéia, bem como nas áreas adjacentes ao sopé da escarpa da serra da Ibiapaba, distribui-se uma cobertura formando depósitos típicos de fanglomerados recentes agrupados neste relatório com a designação de colúvios. Estas coberturas destacam-se muito bem na imagem de radar sendo mapeadas na Folha SA.24-Y-C, com distribuição espacial e formas bastante variadas, condicionadas a áreas de posicionamento topográfico específico. Nas áreas próximas ao flanco noroeste da serra do Penanduba, bem como em vários cortes entre Frecheirinha e a localidade Saco, na rodovia BR-222, essa cobertura apresenta-se geralmente inconsolidada, porém localmente observa-se uma incipiente lateritização, formada quase que totalmente por seixos, matações e calhaus de arenito da Formação Serra Grande.

As coberturas mais extensas distribuem-se no flanco leste da serra de São Joaquim e no flanco nordeste das serras da Ubatuba e da Gurguéia. Em alguns locais são bastante espessas atingindo até 50 m, como no vale de Ubari, onde foram realizadas sondagens (Korpershoek, inf. verbal).

#### B) Litologias

Litologicamente esses depósitos são formados por material detrítico com litologias as mais variadas, incluindo seixos, matações e calhaus angulosos de rochas, geralmente quartzitos, migmatitos e arenitos. Apresentam-se inconsolidados, mal classificados, pouco transportados, indicativos de rochas fontes locais. Em meio ao material detrítico ocorrem grãos de areia e às vezes argila impura com cores variegadas.

Próximo a General Tibúrcio predominam fragmentos e blocos de arenitos da Formação Serra Grande ocorrendo também em menores proporções quartzitos e filitos do Grupo Martinópolis.

#### 1.1.2.1.16 — Dunas

Sob esta denominação foram agrupados neste relatório os sedimentos de praia e os cordões areníticos representados pelas dunas fixas e móveis.

As primeiras referências desses sedimentos na área trabalhada foram feitas por Beltrão (1970), e Silva & Silva (1970), os quais se referiam apenas a uma síntese sobre as mesmas.

O único trabalho de cunho sedimentológico foi realizado por Mourais & Souza (1971), que fizeram estudos mais detalhados nesses sedimentos e concluíram que o transporte das dunas se dá nas antedunas.

Os depósitos litorâneos são constituídos essencialmente por formações de dunas e areias de praia, estando condicionados ao desenvolvimento morfológico do litoral. Ocorrem por toda a linha da costa, ao longo das praias, ocupando faixas bastante variáveis e com características próprias, sendo bem individualizados nas imagens de radar.

TABELA 1. XLIV  
Correlação linear de Pearson

COMPARAÇÃO	PARES DE ELEMENTOS-TRAÇO	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA/ CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON	DIFERENÇA ESTATÍSTICA
Messejana x Serrote Ancuri	17	0.01	Nenhuma
Messejana x Serrote Salgadinho	11	0.001	Nenhuma
Messejana x Serrote Japarara	11	0.001	Nenhuma
Messejana x Serrote Pão de Açúcar	11	0.001	Nenhuma
Messejana x Serrote Preto	11	0.001	Nenhuma
Serrote Ancuri x Serrote Salgadinho	11	0.001	Nenhuma
Serrote Ancuri x Serrote Japarara	11	0.001	Nenhuma
Serrote Ancuri x Serrote Pão de Açúcar	11	0.001	Nenhuma
Serrote Ancuri x Serrote Preto	11	0.001	Nenhuma
Serrote Salgadinho x Serrote Japarara	11	0.001	Nenhuma
Serrote Salgadinho x Serrote Pão de Açúcar	11	0.001	Nenhuma
Serrote Salgadinho x Serrote Preto	11	0.001	Nenhuma
Serrote Japarara x Serrote Pão de Açúcar	11	0.001	Nenhuma
Serrote Japarara x Serrote Preto	11	0.001	Nenhuma
Serrote Pão de Açúcar x Serrote Preto	11	0.001	Nenhuma
Messejana x $\bar{X}$ Gerasimovski	6	0.001	Nenhuma
Serrote Ancuri x $\bar{X}$ Gerasimovski	6	0.10	Existe
Serrote Salgadinho x $\bar{X}$ Gerasimovski	5	0.10	Existe
Serrote Japarara x $\bar{X}$ Gerasimovski	5	0.10	Existe
Serrote Pão de Açúcar x $\bar{X}$ Gerasimovski	5	0.10	Existe
Serrote Preto x $\bar{X}$ Gerasimovski	5	0.001	Nenhuma

Os sedimentos de praia encontram-se também depositados na foz dos pequenos e médios cursos fluviais, logo após o estuário, ocorrendo apenas em uma estreita área na zona intertidal de toda a faixa costeira.

As dunas ocorrem formando um cordão contínuo, paralelamente à linha da costa, capeando a seqüência do Grupo Barreiras. As dunas móveis observadas em toda a linha da costa apresentam maior proporção de exposições em relação às dunas antigas, ocorrendo sob a forma de barcanas ou ainda em espigões de contorno irregular. São depósitos eólicos, bem classificados, com um desenvolvimento irregular, o qual é comandado pela direção dos ventos no sentido E-NE.

As dunas fixas acham-se bem representadas nas regiões de Parnaíba no Piauí e de Jericoacoara, litoral cearense, encontrando-se geralmente cobertas pelas dunas móveis. Outras ocorrências menores foram individualizadas, distribuindo-se aleatoriamente ao longo de toda faixa costeira.

Na Folha SA.24-Z-C, o limite desses sedimentos é bastante difícil de ser marcado com o Grupo Barreiras, havendo um capeamento irregular e descontínuo das areias nas regiões mais interiores, protegidas por uma vegetação escassa, rebaixado quase ao nível dos tabuleiros pelo retrabalhamento constante dos ventos. A espessura dessas dunas segundo Morais *apud* Silva & Silva (*op. cit.*) chega a atingir 30 m.

A estrutura típica das dunas é a estratificação cruzada cuneiforme, apresentando mergulhos variáveis da ordem de 30°.

Os estratos superficiais observados tanto nas dunas como nos sedimentos de praia estão em sua maioria representados por estruturas do tipo marcas de ondas.

Litologicamente os sedimentos de praia são compostos por areia fina a média de coloração clara. As dunas apresentam-se quartzosas, granulação fina a nível de silte, bem classificadas e fixadas nas regiões onde a cobertura vegetal está presente. Mostram concentrações de delgados leitos de minerais pesados.

Os grãos de quartzo compõem a maior percentagem de minerais das dunas e dos sedimentos de praia. Geralmente apresentam-se com caráter brilhoso, formas subangulosas, tendendo a um arredondamento nos grãos maiores. Em ordem de importância mineralógica ocorrem feldspatos potássicos. Próximo às embocaduras dos rios foi constatada a presença de minerais micáceos.

Os minerais pesados ocorrem em grande escala no litoral, principalmente próximo ao rio Ceará. De um modo geral acumulam-se nas dunas, antedunas e na praia, havendo maior concentração na zona pós-praia.

Mourais & Souza (*op. cit.*) analisaram quantitativamente os minerais pesados e determinaram que a ilmenita é o mineral opaco dominante.

#### 1.1.2.1.17 — Aluviões

Os sedimentos quaternários que ocorrem nos domínios da Folha SA.24 são representados pelas aluviões, que ocorrem nos maiores rios da região. Algumas dessas aluviões, por serem bastante extensas, puderam ser mapeadas na escala de trabalho.

As faixas aluvionares mapeáveis resumem-se praticamente aos vales dos rios: Acaraú, Curu e Pacoti, no Estado do Ceará, e Parnaíba no Piauí, com representações menores em pequenas bacias isoladas. Estes sedimentos recentes foram estudados anteriormente para fins hidrogeológicos pelo BRASIL/SUDENE (1967). É na foz desses rios onde estes depósitos atingem maiores larguras chegando a mais de 7 km.

No vale do rio Acaraú, da região de Groaíras para o norte, desenvolve-se notável aluvionamento em uma faixa contínua com largura média em torno de 1 a 2,5 km, alargando-se sensivelmente a partir da cidade de Marco, onde alcança aproximadamente 5 km. No vale do rio Curu, a faixa aluvionar se mantém com uma largura

constante de 2 km, alargando-se ao norte, onde próximo a zona litorânea atinge mais de 7 km.

Merecem registro, também, os sedimentos do rio Pacoti, apresentando uma extensão de aproximadamente 30 km, os quais em sua maior parte recobrem terrenos do Pré-Cambriano, com larguras variando de alguns metros até 1,5 km.

A aluvião do rio Parnaíba cobre considerável área das Folhas SA.24-Y-A e SA.24-Y-C e se concentra principalmente na região do delta Parnaíba—Longá. Entre as cidades de Buriti dos Lopes e Parnaíba, a faixa aluvionar atinge aproximadamente 7 km, estreitando-se ao norte e ao sul. Os demais cursos de águas da região apresentam faixas aluvionais restritas, de natureza areno-argilosa, os quais, em virtude das dimensões reduzidas, não foram representados nos mapas.

Litologicamente, de uma maneira geral, as aluviões são representadas por areia fina a grossa, de coloração cinza-claro com variações para tonalidades escuras, ocorrendo localmente cascalhos grosseiros, blocos com dimensões do matacão e argila com matéria orgânica em decomposição.

### 1.1.3 — PALEONTOLOGIA

Este item transcreve na íntegra o relatório "Localidades Fossilíferas" da Folha SA.24, elaborado por Campos & Castro (1978), enumerado de acordo com o sumário do presente trabalho.

#### 1.1.3.1 — Introdução

Este trabalho apresenta dados sobre nove localidades fossilíferas ocorrentes na Folha SA.24. O levantamento das localidades fossilíferas brasileiras representa o esforço do DNPM no sentido de localizá-las e descrevê-las, visando à proteção aos depósitos fossilíferos e a seu conteúdo conforme atribuição da legislação vigente. A par disso, as informações paleontológicas fornecem meios para a compreensão da estratigrafia e história geológica da Folha.

As informações constantes na parte das localidades fossilíferas foram obtidas a partir de pesquisa bibliográfica, do exame dos fichários e coleções de fósseis da Seção de Paleontologia do DNPM e do Museu Nacional.

As localidades fossilíferas são numeradas em ordem crescente e representadas, graficamente, no Mapa Geológico por um triângulo acompanhado do número de ordem. A cada localidade é atribuída uma denominação arbitrária, com finalidade mnemônica em função da toponímia local.

#### 1.1.3.2 — Histórico das pesquisas paleontológicas

Em 1784, o Capitão-Mor Azevedo Coutinho Montauri remete, de Aracati, "ossos monstruosos e quase petrificados" encontrados numa escavação feita próximo à ribeira de Aracacu (Acaraú), "não se tendo achado", diz a memória que encaminhava os fósseis, "a caveira ou ossos pertencentes à cabeça pelos quais talvez se poderia vir no conhecimento da qualidade do animal de que são os mesmos ossos por não haver animal algum tão monstruoso nem de tradição de que jamais o houvesse nessa Capitania a que se possam atribuir aqueles ossos" (Abreu, 1928: 147).

Demonstra este documento do século XVIII a perplexidade das gentes face a ossos estranhos e de grande tamanho que não se enquadravam com os dois animais conhecidos então. Convém lembrar, também, que os trabalhos sobre os mamíferos sul-americanos de Cuvier e Owen só foram publicados em 1798 e 1860, respectivamente.

Em 1854, foram remetidos ao Museu Nacional ossos de vertebrados da localidade de Rapina, em Itapajé, de acordo com dados fornecidos por Tomás Pompeu de Sousa Brasil (1818-1877), em seu "Ensaio Estatístico da Província do Ceará" (Lisboa *in* Moraes, 1924: V; Moraes, 1924: 53). Estes fósseis foram o motivo de uma transcrição de artigo do "Diário de Pernambuco", relatando o seu

achado, em 1855, por parte de Frederico Leopoldo César Burlamaque (1803-1866).

Charles Frederick Hartt (1840-1878) refere-se à ocorrência de ossos de mamíferos gigantes em vários pontos do Ceará (Hartt, 1870: 471).

Em 1909, foi editado o livro "O Ceará no Começo do Século XX", do Engenheiro Tomás Pompeu de Sousa Brasil Sobrinho (1880-7), que faz referência à ocorrência de mamíferos pleistocênicos na lagoa da Rapina e em Canafístula (Moraes, 1924: 53, 54 e 58).

Em 1924, é publicado o trabalho do Engenheiro Luciano Jacques de Moraes (1896-1968), "Serras e Montanhas do Nordeste", pela Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, no qual é feita uma resenha das ocorrências de mamíferos fósseis encontrados no Pleistoceno do Nordeste, incluindo as de Rapina e Canafístula (Lisboa in Moraes, 1924: IX-C; Moraes, 1924: 53 e 54).

Deve-se ao Engenheiro Waldemar Carneiro Monteiro a descoberta dos depósitos diatomíticos das lagoas de Messejana, nas proximidades de Fortaleza. Suspeitando tratar-se de diatomito, enviou ele, em outubro de 1937, amostras de lamas dessas lagoas a L. J. de Moraes, o qual as mandou analisar pelos químicos Sílvio Fróis Abreu (1902-1972) e Vera Magalhães Gomes. Por sugestão de Moraes, Avelino Inácio de Oliveira (1891-1970), então Diretor da Divisão de Fomento da Produção Mineral, incumbiu o Engenheiro Henrique Capper Alves de Sousa (1904-1966) de examinar as ocorrências e opinar sobre suas possibilidades econômicas (Leonardos, 1946: 21).

Até então, os fósseis encontrados eram todos do Quaternário mas, em 1939, João Aragão e Glycon de Paiva (1902- ) coletaram fósseis miocênicos no baixo Parnaíba.

Em 1939, Gérson de Faria Alvim (?-1942) em seu trabalho sobre "Jazidos Brasileiros de Mamíferos Fósseis", publicado pela Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM, arrola duas localidades com mamíferos fósseis, para a Folha Fortaleza.

Em 1941, Pompeu Sobrinho publica, na Revista do Instituto do Ceará, seu estudo sobre a "Estrutura Geológica do Ceará; Noções Estratigráficas e Geogenia", onde faz referências às ocorrências de Rapina e Canafístula (Brasil Sobrinho, 1941: 168).

Em uma publicação comemorativa do "Centenário de Independência de Parnaíba", em 1944, são identificados por Axel Löfgren (1891-?) moluscos fósseis do Mioceno do baixo Parnaíba (Ferreira, 1967: 11).

Othon Henry Leonardos (1899-1977) divulga, em 1946, um artigo sobre as ocorrências de diatomito no Ceará (Leonardos, 1946).

O Professor Odorico Rodrigues de Albuquerque (1880-?) e o Geólogo Vitor Dequech (1916- ) apresentam durante o Segundo Congresso Pan-Americano de Engenharia de Minas e Geologia, realizado em Petrópolis, em outubro de 1946, o trabalho "Contribuição para a Geologia do Meio-Norte, especialmente Piauí e Maranhão, Brasil", onde se referem às ocorrências de calcários com fósseis no baixo Parnaíba.

Pedro Dias da Ponte, em 1948, coleta fósseis de mamíferos em sua fazenda, perto de Sobral. Parte deste material é depositada na Seção de Paleontologia do DNPM por V. Dequech.

Wilhelm Ottomar Kegel (1890-1971) coletou, em 1955, moluscos fósseis na fazenda da Várzea, no Piauí.

O Museu Nacional inicia sua participação nas pesquisas paleontológicas da Folha Fortaleza, em 1961, através de seus paleontólogos Cândido Simões Ferreira (1921- ), Carlos de Paula Couto (1910- ) e Fausto Luís de Sousa Cunha. Couto e Cunha coletaram mamíferos fósseis em João Cativo e Ferreira coletou fósseis no baixo Parnaíba.

Jannes Markus Mabesoone assinala, em 1972, a ocorrência de estruturas algáceas nos calcários proterozóicos do Grupo Bambuí da Bacia de Jaibaras (Mabesoone, 1972: 77).

Com o advento da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, foi realizado para o DNPM o Projeto Jaibaras cujo levanta-

mento geológico, realizado em 1972, assinala a ocorrência de algumas localidades fossilíferas; o Projeto Fortaleza teve por objetivo o levantamento e o exame das possibilidades econômicas dos depósitos de diatomito do Ceará.

A PETROBRÁS, através de seus técnicos Marília da Silva Pares Regali, Namio Uesugui e Aimar da Silva Santos, desenvolveu um trabalho de pesquisa palinológica para o Cretáceo e o Terciário das bacias emersas e submersas do Brasil. Deste trabalho, são comentadas algumas ocorrências de palinórfos na plataforma do Maranhão e do Piauí.

#### 1.1.3.3 — Proterozóico Superior

Segundo Mabesoone (1972: 77) ocorrem estruturas algáceas nos calcários do "Grupo Bambuí" da Bacia de Jaibaras, no Ceará. Assim, para ele, esses calcários teriam tido origem em um ambiente marinho, raso e intertidal. Com base em análise de estruturas estromatolíticas, o "Grupo Bambuí" pode ser considerado como mais novo que 1.350 MA e mais velho que 620 MA (Fairchild & Dar-denne, 1978: 63).

#### 1.1.3.4 — Devoniano

Não há qualquer localidade fossilífera que possa ser atribuída ao Devoniano apesar de que em rochas atribuídas à Formação Pimenteiras tenham sido registrados, em 1972, durante o levantamento geológico do Projeto Jaibaras, ocorrências de tubos e rastos de vermes, em três localidades.

O Geólogo José Bernardino de França registrou "tubos de verme" em um arenito cinza-claro, fino síltico, finamente estratificado, micáceo, friável, horizontal e com acamamento de 1 a 5 cm de espessura, em um afloramento (JB-334) entre São Domingos e Estreito, a 25 m do topo do afloramento (Costa *et alii*, 1973, v. 1, Fig. 27) e registrou "marcas de vermes nos planos de acamamento" de um folhelho cinza-escuro, do mesmo afloramento.

O Geólogo Waldemir Barbosa da Cruz, em 1972, registrou "rastos de vermes" em dois afloramentos (WB-166 e 167), ao longo da rodovia PI-29, a cerca de 2 km da margem direita do rio Longá, PI, em folhelhos (Costa *et alii*, 1972).

#### 1.1.3.5 — Carbonífero

As referências, embora vagas e imprecisas, a fósseis carboníferos da Formação Poti, na área da Folha Fortaleza, são devidas a Ferreira (1967: 9).

#### 1.1.3.6 — Cretáceo

O andar Albiano do Cretáceo Inferior é registrado, por intermédio de palinórfos, nos testemunhos de sondagem dos poços submarinos da Petrobrás 1-MAS-4A e 1-PIS-1.

Em testemunho do poço submarino 1-MAS-4A, da PETROBRÁS, na plataforma continental do Maranhão, da profundidade de 1.710-1.725 m, foram descritas *Steevesipollenites alatiformis* (lâmina-tipo 298), da zona *Elateropollenites jardinei* e *Steevesipollenites alatiformis*, superzona *Inaperturopollenites microclavatus*. O holótipo desta espécie está depositado no Museu Nacional (Regali, Uesugui e Santos 1974: 264 e 272).

Foi descrito, em 1974, o palinórfio *Alaticolpites limai* (lâmina-tipo 133), da zona *Elateropollenites jardinei* à *Elaterosporites protensus*, da profundidade 1.090 a 1.105 m do poço submarino da PETROBRÁS, 1-PIS-1, na plataforma continental do Piauí. O holótipo da espécie está depositado no Museu Nacional (Regali, Uesugui e Santos 1974: 264 e 288).

Foi descrito, em 1974, *Steevesipollenites duplibaculum* (lâmina-tipo 503), da zona *Pentapsis valdiviae* à zona *Gnetaceapollenites diversus* (do Albiano ao Cenomaniano), da profundidade de 396-429 m do poço submarino da PETROBRÁS 1-PIS-1, na

plataforma continental do Piauí. O holótipo da espécie está depositado no Museu Nacional (Regali, Uesugui e Santos 1974: 264 e 271).

### 1.1.3.7 — Terciário

O Mioceno é o único andar do Terciário que se apresenta com fósseis, na Folha SA.24.

#### 1.1.3.7.1 — Mioceno

O Mioceno é representado pelas rochas da Formação Pirabas, que afloram no baixo Parnaíba, e que são atribuídas, devido a seu conteúdo fóssil, à parte inferior deste andar. No entanto, a consideração de Mioceno Inferior é feita em bases Iyellianas, levando-se em conta, apenas, os microfósseis.

Setembrino Petri, em 1957, efetuou uma tentativa mais ampla, utilizando-se de microfósseis, para correlacionar a Formação Pirabas com outras formações da região Caribeana; concluiu que a fauna de foraminíferos, em seu conjunto, guarda estreitas relações com comunidades do Mioceno Médio da América tropical (Macedo, 1972: 586-587).

### A) Localidades fossilíferas do Mioceno

#### I. Angico

C. S. Ferreira, em 1961, coletou moluscos fósseis em Angico, perto da localidade de Bezerro Morto, 10 km ao norte da Fazenda da Várzea, município de Luiz Correia, PI, onde aflora um calcário duro e homogêneo, com grãos de quartzo muito finos, amarelado, quando fresco, passando a amarelo-claro, quando intemperizado. Este material encontra-se depositado no Museu Nacional. Foram identificadas, por Ferreira, as espécies *Potamides suprasulcata* (Gabb, 1873) (MN 4.821-I), *Sinum* sp. (MN 4.826-I), *Tritiaria* (*Antillophos*) cf. *T. (A.) elegans* (Guppy, 1866) (MN 4.827-I), *Metula* sp. (MN 4.828-I), *Vexillum* (*Uromitra*) cf. *V. (U.) triptum* Gardner, 1937 (MN 4.829-I) *Mitra* (*Tiara*) sp. (MN 4.830-I), *Anadara* (*Scapharca*) *egleri* Ferreira, 1964, *Chione* (*Lirophora*) *praepaphia* Maury, 1925, *Turritella agronomica* Maury, 1925, *T. sulcigrata* Pilsbry & Johnson, 1917, *Ficus paraensis* White, 1887, *Conus whitei* Maury, 1925 e *Crassispira* (*Crassispira*) *jamaicensis* (Guppy, 1866) (Ferreira, 1964: passim).

Dea Regina Bouret Campos, em 1974, modifica *Anadara* (*Scapharca*) *egleri* Ferreira, 1964 para *Anadara* (*Anadara*) *egleri* Ferreira, 1964. Esta paleontóloga diz ainda que *Chione* (*Lirophora*) *praepaphia* deve ser denominada *Chione paphia* (Linnaeus, 1767).

#### II. Lama Preta

Em Lama Preta (na antiga fazenda Cajueiro, de Epaminondas Castelo Branco), 20 km ao sul da cidade de Parnaíba, na estrada para Buriti dos Lopes, município de Parnaíba, PI, numa pedreira explorada para cal, foram coletados, especialmente, moluscos fósseis.

No material coletado por J. Aragão, entregue a G. de Paiva, consta que foram encontrados dentes de tubarão numa profundidade de 6 m; acompanham moldes internos de bivalvíos provavelmente da família Veneridae.

Paiva coletou material, em 1938, que se encontra depositado na Seção de Paleontologia do DNPM. Este material teria sido estudado por A. Löfgren que identificou os seguintes moluscos: *Astarta agraria* White, 1887, *Venus paraensis* White, 1887, *Turritella* sp. e *Nucula mariae* Rathbun, 1875 (Ferreira, 1967: 11).

Deste material, C. S. Ferreira identificou, em 1961, os bivalvíos *Adrana agronomica* (Maury, 1925), *Anadara* sp., *Cardita* (*Carditamera*) *manteia* Maury, 1925, *Chione* sp., *C. (Lirophora) agraria* (White, 1887), *C. (Chione) subrostrata* (Lamarck, 1818) e *Tellina penthesileae* Maury, 1925; os gastrópodos *Crucibulum faustum* (White, 1887), *Turritella sulcigrata* Pilsbry & Johnson,

1917, *Conus whitei* Maury, 1925 e *Crassispira* cf. *C. jamaicensis* (Guppy, 1866); e o briozoário *Cupularia* cf. *C. canariensis* (Busk, 1859).

Restos de vegetais e moluscos foram coletados por O. R. de Albuquerque e V. Dequech. Deste material, depositado na Seção de Paleontologia do DNPM, a Paleontóloga D. R. B. Campos identificou exemplares de briozoários; de corais; de gastrópodos dos gêneros *Architectonica*, *Calyptrea*, *Turritella* e *Oliva*; de bivalvíos dos gêneros *Nucula*, *Adrana*, *Ostrea*, *Chlamys*, *Anomia*, *Chione*, *Cardita*, *Iphigenia* (DGM 5.535-I) e *Corbula*, além das espécies *Arca zebra* (Swainson, 1833) (DGM 5.534-I), *Anadara brasiliiana* (Lamarck, 1819) (DGM 5.536-I) e *Dosina concentrica* (Born, 1778); e de dentes de peixe.

Folhas fósseis, moldes de moluscos, crustáceos, briozoários e dentes de tubarões foram coletados por C. S. Ferreira, em 1961, e depositados no Museu Nacional. Deste material, Ferreira descreveu os seguintes moluscos: *Arca* (*Arca*) *umbonata* Lamarck, 1819 (MN 4.808-I), *Anadara* (*Scapharca*) *egleri* Ferreira, 1964 (MN 4.809-I e 4.810-I), *Noetia* (*Noetia*) cf. *N. (N.) trinitaria* (Guppy, 1866) (MN 4.835-I), *Chione* (*Chione*) *subrostrata* (Lamarck, 1818) (MN 4.815-I), *Potamides suprasulcata* (Fabb, 1873) (MN 4.822-I), *Turritella sulcigrata* Pilsbry & Johnson, 1917 (MN 4.818-I), *Mitra* (*Tiara*) sp. (MN 4.831-I) e *Crassispira* (*Crassispira*) *jamaicensis* (Guppy, 1866) (MN 4.832-I). Foram registrados, ainda, os seguintes moluscos: *Adrana agronomica* (Maury, 1925), *Pteria serini* Maury, 1925, *Cardita* (*Carditamera*) *manteia* Maury, 1925, *Lucina* (*Lucinisca*) *luciniolae* (Maury, 1925), *L. (L.) fluctivaga* (Maury, 1925), *Pitar* (*Lamelliconcha*) *perarcana* (Maury, 1925), *P. (L.) circinata* (Born, 1778), *Dosinia* (*Dosinidia*) *brasiliensis* White, 1887, *Chione* (*Chione*) *paraensis* (White, 1887), *C. (Lirophora) agraria* (White, 1887), *C. (L.) praepaphia* Maury, 1925, *Corbula* (*Caryocorbula*) *delgada* Maury, 1925, *C. (C.) vertumni* Maury, 1925, *C. (C.) querida* Maury, 1925, *C. (C.) giga* Maury, 1925, *Turritella* (*Mesalia*) *rathbuni* Maury, 1925, *T. callizona* Maury, 1925, *Diodora siqueirai* Ferreira & Cunha, 1957, *Turbo* (*Taeniaturbo*) *brasiliensis* (Ferreira & Cunha, 1957), *Cerithium leei* Maury, 1925, *Crucibulum faustum* (White, 1887), *Fusinus soperi* (Maury, 1925), *Ancilla* (*Amalda*) *branneri* Maury, 1925, *A. (sparella) mutila* (White, 1887), *Conus whitei* Maury, 1925 e *Calyptrea centralis* (Conrad, 1841). Registrou, ainda, os briozoários *Lunulites pileolus* White, 1887 e *Cupularia* cf. *C. canariensis* (Busk, 1859); o crustáceo cirrípede *Balanus* (*Megabalanus*) *transversostratus* Beurlen, 1958 (DGM 4.416-I) e um dente de tubarão *Sphyræna cunhai* Santos & Travassos, 1960 (MN 2.673-V) (Beurlen, 1958: 6; Ferreira, 1964: passim).

Inácio Machado Brito, em 1971, propõe que o cirrípede *Balanus* (*Megabalanus*) *transversostratus* seja considerado como uma subespécie ficando sua combinação taxonômica na forma *Balanus* (*Megabalanus*) *tintinnabulum transversostriatus* Beurlen, 1958 (Brito, 1971: 88; Brito, 1972).

Por ocasião do levantamento geológico para o Projeto Jai-baras, em 1972, o Geólogo José Bernardino de França coletou amostras de calcário coquinóide (JB-40), nesta localidade (Costa et alii, 1972).

W. P. Woodring considera o exemplar denominado, por C. S. Ferreira, *Arca* (*Arca*) *umbonata* Lamarck, 1819, como pertencente ao táxon *Arca imbricata* Bruguière, 1789 (Woodring, 1973: 496).

Campos (1974: 8-9), examinando a coleção feita por G. de Paiva, identificou três exemplares de *Anadara* (*Anadara*) *egleri* Ferreira, 1964 (DGM 5.404-I) e, também, considera que os exemplares denominados, por Ferreira, como *Anadara* (*Scapharca*) *egleri* devem ser denominados *Anadara* (*Anadara*) *egleri*.

D. R. B. Campos, por informação verbal, diz que os exemplares, denominados por Ferreira, de *Chione* (*Chione*) *subrostrata* (Lamarck, 1818), *Chione* (*Lirophora*) *praepaphia* Maury, 1925 e *Dosinia* (*Dosinidia*) *brasiliensis* White, 1887, devem ser denominados, respectivamente, *Chione cancellata* (Linnaeus, 1767), *Chione paphia* (Linnaeus, 1767) e *Dosinia concentrica* (Born, 1778).

Lama Preta é a localidade-tipo do nome *Anadara egleri*.



### III. Monte Alegre

Na fazenda Monte Alegre (ex-Currálinho), situada a cerca de 20 km ao Sul de Parnaíba e 3 km ao sul da localidade Lama Preta, município de Parnaíba, PI, numa pedreira de calcário foram encontrados fósseis, pela primeira vez, por O. R. Albuquerque e V. Dequech (Albuquerque & Dequech, 1946: 104-105).

Foraminíferos, ostracodes, moluscos e dentes de peixes foram coletados pelo Paleontólogo C.S. Ferreira, em 1961, e depositados no Museu Nacional. Ferreira identificou, entre os ostracodes, o gênero *Bairdia* e, entre os moluscos, as seguintes espécies: *Chlamys (Argopecten)* cf. *C. (A.) concinnata* Woodring, 1925 (MN 4.813-I), *C. (A.)* cf. *C. (A.) capanemensis* Ferreira, 1960, *C. (Leptopecten) latiaurata* (Conrad, 1837) (MN 4.839-I e 4.840-I), *Turbo (Taeniaturbo) brasiliensis* (Ferreira & Cunha, 1957) (MN 4.816-I e 4.817-I), *Anadara (Scapharca) egléri* Ferreira 1964, *Plicatula eroessa* Maury, 1925, *Chione (Lirophora) praepaphia* Maury, 1925, *Tellina penthesileae* Maury, 1925 e *Turritella sulcigrata* Pilsbry & Johnson, 1917. O Paleontólogo Rubens da Silva Santos identificou as espécies de peixe: *Sphyrna magna* Cope, 1867 (MN 2.674-v) e *Sphyræna cunhai* Santos & Travassos, 1960 (Ferreira, 1964: passim).

Segundo informação verbal da Paleontóloga D. R. B. Campos, os exemplares denominados *Anadara (Scapharca) egléri*, *Chione (Lirophora) praepaphia* e *Chlamys (Leptopecten) Latiaurata* devem ser denominados, respectivamente, *Anadara (Anadara) egléri*, *Chione paphia* (Linnaeus, 1767) e *Leptopecten latiauratus*.

Por ocasião do levantamento geológico, em 1972, para o Projeto Jaibaras, esta localidade foi descrita por J. B. de França, com um calcário margoso, creme-amarelado, consistente, maciço, parte com estratificação incipiente, criptocristalino, coquinóide, com espessura local superior a 5 cm (Costa et alii, 1973, v. 5, JB32).

### IV. Várzea

Moluscos e crustáceos fósseis foram coletados nas margens do rio intermitente São Miguel, na fazenda da Várzea, município de Luiz Correia, distante 36 km a sudeste de Parnaíba, na rodovia Chaval—Parnaíba, PI, em um calcário dolomítico, duro, creme-amarelado, com grãos de quartzo leitoso (Ferreira, 1964: passim).

W. Kegel coletou, em 1955, bivalvíos e gastrópodos na fazenda da várzea. Este material está depositado na Seção de Paleontologia do DNPM.

Moluscos e crustáceos foram coletados, em 1961, pelo Paleontólogo C. S. Ferreira e depositados no Museu Nacional. Foram identificados, por Ferreira, os seguintes moluscos: *Arca (Arca) umbonata* Lamarck, 1819 (MN 4.807-I) *Anadara (Scapharca) egléri* Ferreira, 1964 (MN 4.811-I), *Chlamys (Argopecten)* cf. *C. (A.) concinnata* Woodring, 1925 (MN 4.812-I), *C. (A.)* cf. *C. (A.) capanemensis* Ferreira, 1960, *Chione (Chione) subrostrata* (Lamarck, 1818) (MN 4.814-I), *C. (Lirophora) agraria* (White, 1887), *Turritella sulcigrata* Pilsbry & Johnson, 1917 (MN 4.819-I), *T. agronomica* Maury, 1925, *Rhinoclavis (Ochetoclava) terpena* Woodring, 1928 (MN 4.838-I), *Natica (Naticarius) canrena* (Linnaeus, 1758) (MN 4.825-I), *Crassispira (Crassispira) jamaicensis* (Cuppy, 1866) (MN 4.833-I), *Pitar (Lamelliconcha) circinata* (Born, 1778), *P. (L) diminuta* Ferreira, 1964 (MN 4.836-I e 4.837-I), *Venericardia agriculturæ* Maury, 1925, *Dentalium paulini* Maury, 1925, *Calliostoma derbyi* Maury, 1925 e *Fisinos soperi* (Maury, 1925). Foi, também, identificado um cirrípede do gênero *Balanus* (Ferreira, 1964: passim).

W. P. Woodring considera *Arca umbonata* Lamarck, 1819, como um sinônimo de *A. imbricata Bruguière*, 1789 (Woodring, 1973: 496).

Campos (1974: 8-9) considera que o exemplar denominado, por C. S. Ferreira, como *Anadara (Scapharca) egléri* deve ser denominado *Anadara (Anadara) egléri*.

### V. Saco

Na lagoa do Saco, ao longo da estrada Barra do Longá—São Luís, no município de Araióses, MA, foi registrada, pelo Geólogo J. de

França, por ocasião do levantamento geológico para o Projeto Jaibaras, a ocorrência de um calcário coquinóide, atribuído à Formação Pirabas (Costa et alii, 1973, v. 5).

#### 1.1.3.8 — Quaternário

##### 1.1.3.8.1 — Pleistoceno

###### A) Localidades fossilíferas do Pleistoceno

O registro da passagem do Pleistoceno é feito através de sedimentos acumulados em tanques e cacimbas que contêm, geralmente, ossos e dentes de uma fauna típica.

Segundo O. H. Leonardos, o naturalista Paulo Albuquerque encontrou restos de mastodontes em camadas de diatomitos, nos arredores de Fortaleza, recobertos por mantos mais ou menos espessos de areia argilosa (Leonardos, 1946: 21). Acreditamos que neste caso específico houve uma mistura entre as camadas e seu conteúdo orgânico, devido ao aprofundamento das escavações.

São localidades fossilíferas do Pleistoceno:

###### I. João Cativo

Na região de João Cativo, município de Itapipoca, CE, foi registrada a ocorrência de mamíferos fósseis por G. de F. Alvim, em seu trabalho de 1939 (Alvim, 1939, mapa).

Em 1961, os Paleontólogos C. de P. Couto e F. L. de S. Cunha, ambos do Museu Nacional, escavaram um tanque nesta região, coletando material fóssil. Este material, depositado no Museu Nacional, consta de restos de aves, répteis (tartarugas e lagartos) e mamíferos das ordens Marsupialita, Carnívora (*Smilodon*, *Procyon* ou afim e *Paractotherium?*), Proboscidea (*Haplomastodon*), Perissodactyla (*Equus* e *Hippidium*), Artiodactyla (*Tayassu*, *Palaeolama* ou afim e cérvidas), Edentata (*Erometherium*, *Scelidotherrium* ou afim, talvez *Nothrotherium*, *Glyptodon*, *Panochthus*, *Pampatherium* e, talvez, *Nopactus*), além de outras formas (Couto, 1962: XIX).

###### II. Canafistula

Ossos de mamíferos foram registrados por L. J. de Moraes, na lagoa da Canafistula, município de Massapê (ex-Serra Verde), CE (Moraes, 1924: 54).

###### III. Rapina

T. P. de S. Brasil diz que foi feita uma remessa de ossos fósseis, em 1854, para o Museu Nacional, "... de rapina, perto da povoação de Santa Cruz, município de Itapipoca, antiga Imperatriz" (Moraes, 1924: 53).

F. L. C. Burlamaque, transcrevendo uma notícia do "Diário de Pernambuco", diz que "no município de Santa Cruz da comarca da Imperatriz há o lugar chamado a Rapina, duas léguas ao poente do riacho das Pedras, que ocorre do sul ao norte, e que só tem suas enxurradas nas grandes chuvas, afluente do rio Curu, cuja corrente também só dura com a estação invernal. É morador no dito lugar Antônio da Silva, que cria alguns gados; ao pé da habitação há uma pequena lagoa formada por dois morros ou serrotes, assentada em certa elevação, não recebendo outras águas senão as que d'inverno descem das encostas dos morros, e não tem para parte alguma despejo ou desagudouro e é inacessível ao gado. Logo que as águas vão secando, o morador e outros vão fazendo escavações para conseguir água potável, e assim encontraram um fóssil, esqueleto enorme d'animal de espécie desconhecida. Muitas peças dessas ossadas petrificadas já têm sido extraviadas; mas diz o morador que ainda há muitas e de extraordinárias dimensões: mostrou a pessoas fidedignas, que por ali têm passado, um osso *bibila* (canela ou corredor), sem dúvida uma tibia, de cinco palmos

e meio de comprimento, e mais de dois palmos de largura, sendo de forma imperfeitamente redondo, ou achatado. Esse lugar é sertão legítimo, longe da costa para mais de 25 léguas" (Burlamaque, 1855: 8-9).

C. F. Hartt, em sua *Geology and Physical Geography of Brazil*, referindo-se ao encontro de ossos de mamíferos gigantesco no Ceará, diz que "... at Sta. Cruz, in a lagoon, another skeleton was found" (Hartt 1870: 471).

Alvim (1939) refere-se a esta localidade como Rapina, embora localize-a, erradamente, em seu mapa. Tomás Pompeu de S. Brasil Sobrinho diz que ossadas de mamíferos gigantesco são encontradas em "... São Francisco da Uruburetama, na lagoa da Rapina (sic), perto de Santa Cruz" (Brasil Sobrinho, 1941: 168).

Enfim, a localidade fica perto da cidade de Itapajé, ex-São Francisco do Uruburetama, antes ainda Santa Cruz do Uruburetama e primitivamente Constituinte.

#### IV. Maurício

Na fazenda Maurício, de propriedade de Pedro Dias da Ponte, no município de Sobral, CE, foram retirados de uma escavação, em rins de 1948, ossos e dentes de um enorme animal. Grande parte do material coletado encontrava-se no estabelecimento comercial de P. D. da Ponte, em Sobral, onde foi examinada pelo engenheiro V. Dequech que retirou fragmentos de dente e uma vértebra.

A fazenda Maurício fica ao pé da serra da Barriga, entre Irauçuba e Forquilha, no município de Sobral, e o material recolhido por Dequech, depositado na Seção de Paleontologia do DNPM, foi identificado como fragmentos de dentes e um áxis (DGM 416-M) do Mastodonte (*Haplomastodon waringi*).

#### 1.1.3.9 — Holoceno

A ocorrência de carapaças de diatomáceas de esponjas, em sedimentos recentes no fundo de lagoas e em depósitos de antiguidade maior, situadas alguns metros acima do nível do mar e das lagoas, é comum na Folha. Estas carapaças e espículas, por sua idade, não são fósseis mas, representando processos normais de sedimentação limnética, constituem depósitos de possível interesse econômico e podem fornecer dados que expliquem a origem dos sedimentos modernos e, por isso, aqui são comentadas.

Na deposição desses sedimentos, para considerar casos extremos, ora há o acúmulo exclusivo de frústulos de diatomáceas e espículas de esponjas ora há a notável contribuição de matéria húmica e detritos de vegetais superiores. Entre esses limites quase teóricos, que dão os diatomitos ou espongólitos claros e aqueles escuros, há a série natural de fases intermediárias que fornecem todas as gradações possíveis (Souza & Abreu, 1939: 43).

Nos tempos da colônia, foi feita uma ligeira referência à ocorrência de tripoli na capitania do Ceará, sem qualquer estudo especial referente ao assunto (Souza & Abreu, 1939: 35).

O Engenheiro Waldemar Carneiro Monteiro, Diretor da Estrada de Sobral, da RVC, enviou, em 1937, amostras de sedimentos, de local próximo a Fortaleza, a de Moraes que confirmou tratar-se de diatomito (Morais, 1938: 156 e Souza *in* Souza & Abreu, 1939: 9).

H. C. A. de Souza da Divisão de Fomento da Produção Mineral do DNPM, em 1938, visitou ocorrências de diatomito em Sítio Piauí e nas lagoas de Messejana, Redonda, Itapiri (ou Itapuri); Maraponga, Catão e Palmerim, no município de Fortaleza; Lagoas do Junco, da Pedra, de Craçuí, no município de Caucaia (antigo Soure); Lagoas Paramirim, das Garças, dos Pássaros ou das Pombas e Tapuí, no município de Aquiraz. Algum material foi coletado e enviado, para análise, a de Abreu, do Instituto Nacional de Tecnologia, que constatou a existência de uma flora e fauna de água doce (Souza & Abreu, 1939).

Fora da região de Fortaleza, convém salientar a ocorrência de um espongólitó na região de Parnaíba (Souza e Abreu, 1939: 55 e 57).

José Ferreira de Sousa, geólogo do DNPM, apresenta, em 1973, em seu trabalho "Perfil Analítico da Diatomita", um estudo pormenorizado a respeito da ocorrência, exploração, reservas, produção e aplicabilidade da diatomita no Brasil (Sousa, 1973).

#### 1.1.4 — ESTRUTURAS

A interpretação das imagens de radar que compõem a Folha SA.24 associada aos trabalhos de campo demonstram a existência de feições estruturais com amplitude regional. Os terrenos pré-cambrianos da área enfocada exibem características de processos orogênicos, epirogênicos, tafrogênicos e lineagênicos, adotando-se as conceituações de Hills (1963), Illies (1974) e Delany (1972).

O processo de tafrogenia com movimentação de blocos originou a formação de *horsts* e *grabens* com direções aproximadas NE-SO.

Os falhamentos que ocorrem na área têm sido designados por vários autores de formas diversas: lineamentos, zonas de cisalhamento, geossuturas, geóclases etc. Estas zonas de fraqueza, mais especificamente o Lineamento Sobral—Pedro II e falhas associadas, correspondem ao que Huang & Chun-Fa (1962) chamaram de "zonas de fraturas profundas" para englobar as designações citadas acima.

Na área trabalhada, o Alto Tectônico de Granja apresenta-se constituído por uma associação petrotectônica heterogênea de rochas metamórficas, complexamente imbricadas e falhadas. Este conjunto plurimetamórfico, denominado de Complexo de Granja, apresenta lineações, xistosidade e foliação, proeminentes para NE-SO, com mergulhos para SE. A tectônica essencialmente ruptural apresenta-se com falhamentos na direção NN-E-SSO, faixa meridional, apresentando mudanças e inflexões do sistema menos pronunciado para NE-SO. Esses grandes falhamentos seccionam o bloco em compartimentos alongados e propiciam o aparecimento de intensas zonas de cisalhamento.

As rochas concernentes ao Complexo Nordeste tiveram sua estruturação também no Pré-Cambriano, guardando características de um estilo tectônico plástico, secundado por grandes falhamentos, orientados preferencialmente segundo NE-SO, grosseiramente paralelos ao Lineamento Sobral—Pedro II, bem como em menores proporções na direção NO-SE. Na porção ocidental da área constituem o arcabouço do *Horst* de Tucunduba, que se configura dentro de uma faixa rúptil, caracterizada por grande mobilidade tectônica, sobreposta às fases anteriores da tectônica plástica no final do Cambriano. No tocante ao sistema de fraturas, sua maior distribuição em mapa está representada na serra da Uruburetama, possuindo direções preferenciais segundo NE-SO seguidas daquelas com direção NO-SE (Fig. 1.45).

Os metamorfitos do Grupo Martinópole apresentam lineações xistosidade e foliação, orientadas para NE-SO. A dinâmica dos falhamentos regionais representam o elemento estrutural proeminente, possuindo direções SSO-NNE seccionando a unidade litoestratigráfica em blocos alongados e paralelos. A tectônica plástica teve importância relevante na estruturação das litologias que compõem o citado grupo, visto na seqüência de camadas inversas e de sinclinais e anticlinais característica desta unidade litoestratigráfica.

As formações pertencentes ao Grupo Ubajara apresentam-se bastante afetadas por falhamentos no sentido NE-SO. As litologias ocorrentes na serra do Penanduba, tidas como Formação Trapiá, apresentam-se intensamente falhadas no seu flanco leste e ainda nas proximidades de Frecheirinha por falhas de colapso. O caráter essencialmente plástico das ardósias da Formação Caiçaras resultou em um conjunto intensamente perturbado com dobramentos do tipo monoclinal e isoclinal localizados, talvez causados pelo "embutimento" do granito intrusivo Mucambo. Por outro lado, os calcários da Formação Frecheirinha apresentam-se intensamente perturbados com mergulhos bastante fortes da ordem de 60°SE, sendo comum nos afloramentos, dobras de arrasto, indicando a

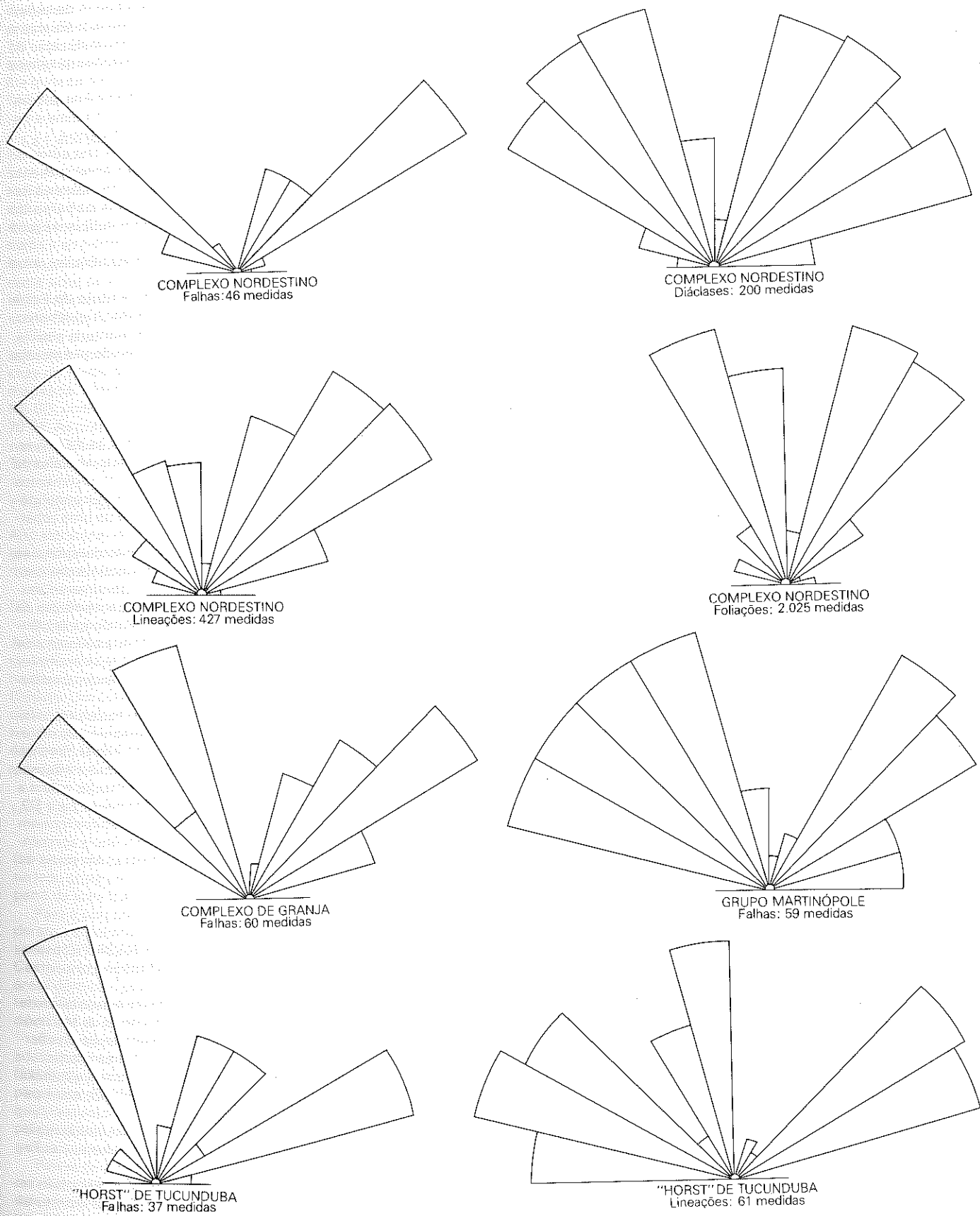


Fig. 1.45 - Diagrama das feições estruturais da Folha SA.24 Fortaleza.

tectônica plástica e rígida que atuou na formação. As deformações das litologias do Grupo Ubajara são essencialmente reflexos da movimentação de blocos consoante rejeitos verticais até subverticais, não se registrando dobramentos de compressão.

O Vulcanismo Parapuá apresenta-se com feições estruturais indicativas de esforços verticais, advindas pela maximização da distensão dos falhamentos regionais. As falhas de maior convergência situam-se nas direções NE-SO, secundadas por NO-SE. No tocante às fraturas, sua maior distribuição localiza-se no serrote do Madeiro possuindo direções NO-SE.

Os granitos intrusivos Meruoca e Mucambo apresentam um sistema de fraturas segundo as direções NO-SO; ENE-OSO e NE-SO e localizam-se marginalmente a oeste do Lineamento Sobral—Pedro II. O Granito Meruoca apresenta-se seccionado por falhamentos em todo o seu bordo, enquanto o Mucambo apresenta pequenos falhamentos orientados segundo NE-SO, balizado em todo o seu bordo oriental pela Falha Café—Ipueriras.

O Grupo Jaibaras apresenta-se com suas formações intensamente perturbadas por pequenos falhamentos no sentido NE-SO, secundados por outros de direção NO-SE. Merece destaque o intenso fraturamento observado nas áreas de ocorrência da Formação Pacujá, onde não é possível distinguir direções preferenciais de quebramento. As reativações póstumas do Lineamento Sobral—Pedro II atingiram a Formação Aprazível originando localmente cataclastos e milonitos.

A feição tectônica de destaque que afetou toda a seqüência paleozóica na área em foco é o intenso diaclasamento observado em todas as unidades litoestratigráficas aflorantes, com maior freqüência nas Formações Serra Grande, Cabeças e menos proeminente na Formação Pimenteiras, predominando o fraturamento na direção NE-SO e menos intensamente nos sentidos NO-SE e ENE-OSO. Os falhamentos existentes na Formação Serra Grande são reflexos das reativações dos falhamentos pré-cambrianos existentes no embasamento, com direções NE-SO.

Os sedimentos terciários e quaternários dispõem-se com seus estratos horizontalizados.

#### 1.1.4.1 — Estruturas regionais

##### 1.1.4.1.1 — Sinéclise do Parnaíba

De acordo com o trabalho do Muratov (1974a), existem várias características para definir uma bacia e situar a que tipo ela pertence entre quatro principais.

As sinéclises são suaves, extensas depressões de forma arredondada, oval ou alongada, no plano cujo tectonotipo foi sugerido como a sinéclise de Moscou, por Shatskiy. Ele considerou a mais importante característica das sinéclises como sendo a declividade muito suave de seus flancos, imensurável com a bússola.

Sinéclises sobrejazer aulacógenos, e suas margens (bordas) podem sobrejazer partes de arqueamento (para baixo) pericratônicos.

Enquanto que para as anficlises as mais importantes características deste tipo de bacia são: primeiro, o assoalho não-complicado e íngremes bordas marginais, complicada por falhas de dobramento, e outras perturbações menores; segundo, o significativo papel desempenhado pelos produtos vulcânicos no preenchimento da bacia, e também dos corpos intrusivos e subvulcânicos na sua construção.

Issler *et alii* (1977), reportando-se sobre a Bacia do Parnaíba e a do Paraná, denominam ambas de Anficlise.

Em recente trabalho, Fortes (1978) apresenta várias razões para denominar a Bacia do Parnaíba de Anficlise.

Apesar de pequena parcela da bacia, abrangida pela Folha SA.24, tivemos oportunidade de apreciar bibliografia especializada sobre a bacia, assim como as seguintes feições:

Segundo Mesner & Wooldridge (1964), as vulcânicas e subvulcânicas (basaltos e diabásios) têm uma espessura de 175 m, num

pacote de sedimentos que chega a alcançar os 3.000 m de espessura. Sendo assim, não podemos considerar como significativa o volume de vulcânicas na construção da bacia e na constituição do pacote depositado. Na Bacia de Tunguska as formações de tufos e lavas alcançam os 3.000 m de espessura.

No trabalho do Fortes (*op. cit.*), o assoalho da bacia é considerado como complicado, e os sedimentos do pacote que forma a Bacia do Parnaíba, para este autor, sobrejazer aulacógenos.

Tendo em vista os caracteres analisados com os trabalhos do Mesner e Wooldridge (*op. cit.*) e do Fortes (*op. cit.*), anteriormente referidos, consideramos que não temos feições semelhantes à Bacia de Tunguska (que serviu de protótipo para o trabalho do Fortes), referida por Muratov (1974a) em número suficiente para poder chamar a Bacia do Parnaíba de Anficlise.

Preferimos então continuar considerando-a uma sinéclise, à luz dos conhecimentos atuais.

A organização da Sinéclise do Parnaíba no âmbito da Folha SA.24 parece ter ocorrido em tempos pré-silurianos. A sedimentogênese processou-se de maneira lenta e gradual por toda a bacia, correspondendo quiçá ao estágio de estabilização de plataforma definido por Almeida (1967).

##### 1.1.4.1.2 — Graben de Jaibaras

Baixo estrutural localizado na Folha SA.24-Y-D e SA.24-Y-C, na região do médio Coreaú, limitado por falhas normais e paralelas de direção NE-SO. Nesta região aluída preenchida por sedimentos marinhos, continentais e por associações de rochas vulcanoplutônicas, Almeida (1967) define-a como representante de uma cobertura dobrada da plataforma brasileira.

O arcabouço estrutural do Graben de Jaibaras completa-se com um grande número de falhas secundárias, paralelas ou não, às falhas principais pela subdivisão em blocos, geralmente basculados. A Bacia de Jaibaras acha-se no contexto geotectônico da área, dentro do sistema de *grabens* (Jaibaras e Martinópolis) condicionados pelos falhamentos da região de Sobral a sudeste e os da região de Jaguarapi a noroeste. Na região aluída ocorrem rochas vulcânicas, batólitos graníticos, sedimentos arenosos, carbonáticos, conglomeráticos e rochas ardósianas.

A tectônica rígida que atuou sobre este baixo estrutural, relacionada provavelmente com a reativação dos falhamentos maiores, refletiu-se no comportamento das Formações Trapiá, Frecheirinha, Aprazível, Massapê e Pacujá, que encontram-se intensamente falhadas e fraturadas. Apenas na Formação Pacujá, ocorre a noroeste de Sobral uma ampla sinclinal com caimento para SO. Próximo à cidade que lhe empresta o nome esses arenitos formam também uma sinclinal bastante suave, com a seqüência apresentando baixo ângulo de mergulho em seus flancos, em torno de 10°NO e 3°NE.

##### 1.1.4.1.3 — Graben de Martinópolis

Este baixo estrutural acha-se localizado na Folha SA.24-Y-C, estendendo-se de Viçosa do Ceará para o Oceano Atlântico, com um rumo médio de 45°NE aproximadamente.

Acha-se com uma largura bastante variável atingindo cerca de 6 km em Pedra Verde e se alargando até 25 km a norte de Martinópolis em direção ao mar, com extensão desconhecida sob a cobertura paleozóica e cenozóica que recobrem suas extremidades.

Apresenta-se intensamente falhado em toda a sua extensão por falhas normais e direcionais, de direção NE-SO, acompanhando o rumo regional.

Seus limites correspondem a falhamentos de amplitude regional com a zona de cisalhamento de Jaguarapi, a nordeste, e as Falhas de Itacolomi—Tucunduba, ao sul.

A respeito deste falhamento Costa *et alii* (1973., p. 63) assim se expressam: "Do ponto de vista evolutivo o arcabouço estrutural de Unidade "A" parece ser a resultante de duas fases tectônicas

distintas. A primeira fase, de natureza essencialmente plástica, propiciou o dobramento de toda seqüência pelítica da Unidade "A", comprimida entre os dois blocos rígidos confinantes do *graben*. A maximização de tais esforços resultou no surgimento da falha inversa de Itacolomi e no acavalamento incipiente da Unidade "A" sobre o bloco rígido do sul que funcionou como antepaís"

#### 1.1.4.1.4 — Alto Tectônico de Granja

Este alto tectônico situa-se na Folha SA.24-Y-C com prolongamento para as Folhas contíguas SA.24-Y-A e SA.24-Y-B, entre o delta do Parnaíba (PI) e a região de Jericoacoara, litoral cearense. Ao sul e sudeste é recoberto pelos sedimentos da Sinéclise do Parnaíba e ao norte e noroeste por sedimentos cenozóicos, representados pelo Grupo Barreiras, Dunas e Aluviões. Na sua borda sudeste acha-se em contato por falhas, de forma extensiva com rochas pré-cambrianas do Grupo Martinópolis e Cambro-Ordoviciano do Grupo Jaibaras.

Todo o conjunto de litologias que compõe esse alto estrutural acha-se orientado na direção geral NE-SO, característica das rochas de idade pré-cambriana que se distribuem por toda a área mapeada. Obedece um rumo regional com monótona lineação NE-SO, com mergulho bastante forte da xistosidade da ordem de 70°SE. As grandes falhas que formam um sistema paralelo, seccionando o bloco longitudinalmente, Jaguarapi, Granja, Santa Rosa e Timonha, também ocorrem orientadas de nordeste para sudeste.

#### 1.1.4.1.5 — Horst de Tucunduba

Alto estrutural localizado nas Folhas SA.24-Y-C e SA.24-Y-D na região noroeste do Ceará, constituindo um alto topográfico bem marcante na porção oeste da área.

Acha-se limitado por falhas normais e inversas de direção NE-SO, seguindo o rumo regional.

Ocupa a porção dos grandes *grabens* laterais, Martinópolis e Jaibaras, desaparecendo a sudeste sob os sedimentos da Sinéclise do Parnaíba. A nordeste acha-se coberto pelos sedimentos cenozóicos, representados pelo Grupo Barreiras, Dunas, Aluviões e Colúvio. Um conjunto de falhas paralelas de direção NE-SO e ENE corta esta estrutura, destacando-se falhamentos de deslocamento horizontal e a zona de cisalhamento de Água Branca. A delimitação deste alto tectônico é bem visível na região das serras de São Joaquim, Dom Simão e do Mucuripe.

#### 1.1.4.1.6 — Alto Tectônico de Sobral

Corresponde a extensa área de terrenos pré-cambrianos limitados no lado oeste pelo Lineamento Sobral—Pedro II, ocupando grande parte da área trabalhada, Folhas SA.24-Y-D e SA.24-Z-C.

Para a porção leste do lineamento, Braga *et alii* (*op. cit.*) estenderam e ampliaram os conceitos de cinturões móveis de Anhaeusser *et alii* (1969), introduzidos por Mello na Folha SB.24 citados por Campos *et alii* (1976), para caracterizar as estruturas de fluxo, áreas dômicas, plutões sincinemáticos, superimposição de estruturas dobradas e falhamentos transcorrentes, que ocorrem nos domínios do então proposto Complexo Nordeste.

Ainda nesta mesma porção da área mapeada, aqueles autores adotaram o modelo regmático de cisalhamento de Moody & Hill (1956). Este alto estrutural encontra-se estruturado em um complexo sistema de dobramentos normais, afetados por uma fase de quebraimento tardia, resultando no truncamento das estruturas plásticas com uma perfeita superposição de um sistema de falhas grosseiramente paralelas ao Lineamento Sobral—Pedro II.

Faixas de metassedimentos alongadas com direção NE-SO, circundadas por áreas aplainadas, e relevo do tipo Planalto Residual, este último com forma semelhante a estruturas "dômicas", constituem feições morfológicas dominantes deste alto tectônico.

As faixas de dobramentos do rio Curu e a de Forquilha, com exposição de xistos, quartzitos, gnaisses, calcários e anfibólitos, apresentam-se como verdadeiros "antagonistas" de Mehnert (1971), onde estas rochas oferecem mais resistência à granitização comparadas com outras devido a sua trama mineral impenetrável.

#### 1.1.4.1.7 — Lineamento Sobral—Pedro II

Constitui a feição lineagênica de maior realce da Folha SA.24 com uma extensão aproximada de 130 km e direção NE-SO, desaparecendo na porção oriental da Folha SA.24-Y-D sob os sedimentos do Grupo Barreiras e, na porção sul da Folha SA.24-Y-C, acha-se coberta pelos sedimentos da Sinéclise do Parnaíba.

O Lineamento Sobral—Pedro II teve papel relevante no modelado morfológico regional. Apresenta-se associado a manifestações magmáticas de caráter variado: alcalino, ácido, básico e intermediário. Acha-se acompanhado por zonas cataclásticas de alguns quilômetros, com incidências de milonitos, compreendendo um sistema de falhas paralelas agrupadas, ajustando-se pois a designação de "Hauptlineament" de Sonder citado por Delany (1972), e como tal designados por Kegel (1961, 1965), representando zonas de instabilidade crustal.

Esta importante zona de fraqueza associada às Falhas Café—Ipueiras, Massapé e Arapá ensejaram a formação do *Graben* de Jaibaras. A maioria dos falhamentos, tanto na porção ocidental como na porção oriental do *graben*, acha-se grosseiramente orientada por este extenso lineamento. Pode-se aqui afirmar, com certa segurança, que as várias pulsações do Lineamento Sobral—Pedro II associadas ao sistema de falhas paralelas da região de Sobral tenham propiciado o "embutimento" do vulcanoplutonismo que ocorre na área. Admite-se, então, que os falhamentos secundários estejam intimamente associados e foram comandados por esta feição lineagênica.

#### 1.1.4.2 — Estruturas locais

Como elementos estruturais de caráter local foi assinalada na Folha SA.24 uma série de fraturas, estruturas falhadas e dobradas. Os falhamentos que seccionam as unidades litoestratigráficas mapeadas são do tipo normal, inversa e de deslocamento horizontal, sendo que o tipo normal é mais freqüente.

Na porção ocidental da área, as litologias do Complexo de Granja apresentam-se intensamente falhadas, com zonas de silicificação localizadas. A Falha de Santa Rosa, de traço bastante retilíneo, possui direção NE-SO, com mais de 6 km, colocando em contato rochas migmatíticas com o Granitóide Chaval, desaparecendo a noroeste sob os sedimentos do Grupo Barreiras e a sudeste sob os sedimentos da Sinéclise do Parnaíba. As zonas de cisalhamento de Granja e Jaguarapi são bastante conspicuas nas imagens de radar, possuindo direção NE-SO com pequena virgacão próximo a Granja, formando cataclastos e milonitos de pequenas possanças e extensão, geralmente localizados. Estas zonas de fraqueza fazem parte de um persistente sistema comandado pelo Lineamento Sobral—Pedro II.

No tocante ao Complexo Nordeste, verifica-se um sistema de falhas do tipo normal onde em algumas áreas ocorrem falhamentos de blocos com processos tafrogênicos propiciando a formação de *horst* e *grabens*.

A Falha de Humberto Monte, localizada na porção ocidental da Folha SA.24-Y-D, possui direção NE-SO, com uma extensão de 80 km, apresentando virgacão para NNE-SSO, na porção meridional. A Falha de Forquilha apresenta direção NE-SO, de sentido dextrógiro com extensão de 130 km, adentrando na porção setentrional da área sob os sedimentos do Grupo Barreiras. Na porção meridional, apresenta algumas ramificações, reflexo da movimentação tectônica instável da área. Em áreas localizadas, a Falha de Forquilha propiciou o desenvolvimento bem acentuado de cataclastos e milonitos.



A Falha do Rio Groaíras, de rejeito direcional, possui direção NO-SE, aparecendo apenas na porção meridional da Folha SA.24-Y-D, mas com grande expressão na Folha contígua SB.24. Próximo ao açude Forquilha, apresenta uma pequena virgiação para norte, sendo bastante visível na imagem de radar seccionando litologias do Complexo Nordestino, propiciando o desenvolvimento de cataclastos e de foliações na mesma direção da falha.

A Falha de Tangente mostra-se bem exposta na Folha SA.24-Y-D adentrando com pouca expressão na Folha SA.24-Y-C, apresentando extensão de pouco mais de 40 km com direção NE-SO. Apresenta-se como uma falha normal, circundada por falhas paralelas de deslocamento horizontal com rejeito dextrógiro. Coloca em contato litologias do Grupo Martinópolis com rochas pertencentes ao Complexo Nordestino.

A Falha de Arapá, de direção geral NE-SO e extensão superior a 20 km, delimita o bordo oeste do *Graben* de Jaibas, colocando em contato localmente rochas areníticas da Formação Pacujá com os gnaisses migmatizados do Complexo Nordestino.

Na serra da Uruburetama, foi assinalado um sistema intenso de falhamentos orientado segundo NO-SE e secundado por NE-SO, sendo bastante comuns algumas falhas apresentarem-se curvadas. A tectônica rígida que atuou sobre este bloco propiciou o desenvolvimento de um grande número de fraturas, bem como desenvolveu um notável padrão de falhamentos do tipo cruzado (Fig. 1.11).

A intensa tectônica quebrável existente no *Horst* de Tucunduba resultou no desenvolvimento de inúmeras falhas segundo o rumo regional NE-SO, e uma grande faixa de cisalhamento denominada de Água Branca. Esta zona prolonga-se por 41 km, com direção SO-NE, sendo coberta na porção nordeste por sedimentos cenozóicos, representados pelo Grupo Barreiras e Aluviões. No bordo nordeste da serra do Tucunduba, propiciou o desenvolvimento de milonitos e cataclastos no sienito que edifica a serra homônima.

Na porção oriental da área, predominam falhamentos orientados preferencialmente para NE-SO e com menor intensidade para NO-SE (Fig. 1.45).

Na região de Sobral, as rochas migmatíticas apresentam-se subverticais, bem orientadas, sofrendo intensa cataclase, originando milonitos com estruturas tipo *mullion* e com blastomilonitos segundo a direção da foliação 20°NE, aproximadamente, concordante com a estrutura lineagênica denominada Lineamento Sobral—Pedro II.

No domínio da associação petrotectônica do Complexo Nordestino, observam-se uma seqüência de estruturas antiformais abertas ou apertadas e dobramentos isoclinais que se fazem notar no trecho São Luís do Curu—Pentecostes e entre os falhamentos de Forquilha e o Lineamento Sobral—Pedro II, nas serras de Dom Simão e do Mucuripe. A sinclinal que passa por Umirim—Açude Caxitoré está estruturada segundo a direção N-S com pequena virgiação para SO na porção meridional. A leste de Sobral, as feições estruturais plásticas de maior realce são dobras simétricas abertas, com eixos NE-SO e caimento para sul e sudeste. Uma feição estrutural que se destaca no domínio do Complexo Nordestino é a anticlinal da serra de Dom Simão, moldada em quartzitos e cujo núcleo é ocupado por rochas migmatíticas. Sua forma é grosseiramente elipsoidal com eixo maior tendo direção ESE-OSO e com comprimento de aproximadamente 23 km enquanto o eixo menor estende-se por mais de 8 km com direção N-S. A sinclinal aberta da serra de Mucuripe, localizada a norte de Massapê, apresenta-se estruturada em quartzitos do Complexo Nordestino, com caimento para sul. O processo de reomorfismo foi responsável pela plasticidade das rochas migmatíticas, dando origem as estruturas dos tipos *schlieren* nebulítica, ptigmática, dobrada etc. Tais rochas que fazem parte do Complexo Nordestino apresentam foliação grosseiramente N-S e N20°E com mergulhos bastante variáveis, até subverticais.

No Grupo Martinópolis destaca-se a Falha de Apurinã, que é do tipo inversa com direção NE-SO, possuindo extensão de pouco mais de 30 km, servindo de contato entre as litologias do Grupo Martinópolis e do Complexo Nordestino. Segundo Costa *et alii* (1973), esta falha parece ter sido o resultado da maximização de esforços de compressão, fazendo com que estas rochas tendessem a cavalgar sobre o bloco rígido. Os demais falhamentos no Grupo Martinópolis apresentam-se bastante curvados, onde truncaram e/ou mascararam as estruturas primárias das litologias mais plásticas.

Os quartzitos basais do Grupo Martinópolis expostos nas serras de São Joaquim, da Ubatuba e nas proximidades de Paula Pessoa apresentam um conjunto de dobras anticlinais e sinclinais, com estilo de dobramento holomórfico, cujos eixos apresentam caimento para sudeste e noroeste (Fig. 1.12).

A falha inversa de Itacolomi de importância regional está exposta totalmente na Folha SA.24-Y-D na região serrana do médio Coreaú com direção SOS-NEN e comprimento da ordem de 41 km. Esta falha inversa propiciou o acavalamento incipiente das litologias do Grupo Martinópolis, sobre o bloco rígido do sul, correspondendo ao *Horst* de Tucunduba.

Como cobertura sedimentar paleozóica não dobrada aparecem ao norte de Santana do Acaraú sedimentos conglomeráticos basais da Formação Serra Grande confinados numa estrutura aluída ao longo do bordo do Lineamento Sobral—Pedro II.

A falha de empurrão do riacho Cajazeiras acha-se nos domínios do *Graben* de Jaibas, possuindo orientação NE-SO e extensão de 32 km, colocando em contato nas porções sul e norte as unidades litoestratigráficas do Grupo Ubajara com arenitos da Formação Pacujá do Grupo Jaibas.

Nos domínios do *Graben* de Jaibas a presença de duas extensas zonas de falhas é de importância relevante no contexto regional. Trata-se das Falhas Café—Ipueiras e Massapê.

A Falha Café—Ipueiras acha-se exposta mais conspicuamente na Folha SA.24-Y-C e adentrando com pouca expressão na Folha contígua SB.24, desaparecendo sob os sedimentos da Formação Serra Grande. Possui direção segundo NE-SO com extensão aproximada de 44 km.

A Falha de Massapê de direção NE-SO e extensão de 31 km coloca em contato rochas do Grupo Jaibas com o Grupo Martinópolis na região de Massapê. Ao norte, coloca em contato rochas do vulcanismo Parapuí e do Grupo Jaibas com associação petrotectônica do Complexo Nordestino.

#### 1.1.5 — HISTÓRIA GEOLÓGICA

A área em epígrafe está constituída por duas grandes entidades geotectônicas bem marcantes. A primeira composta por um conjunto de rochas polimetamórficas bastante antigas cratonizadas no final do Pré-Cambriano, caracterizando-se por apresentar um notável envolvimento nos processos termotectônicos do Ciclo Brasileiro. A outra grande entidade está representada na área pela porção do extremo norte da Sinéclise do Parnaíba, cuja melhor configuração física ocorre nas áreas contíguas, a sul e sudoeste, onde atinge dimensões consideráveis. Constitui-se de uma extensa cobertura não dobrada composta por espesso pacote sedimentar subhorizontal de idade paleozóica.

A região que engloba as unidades litoestratigráficas definidas como Complexos de Granja e Nordestino é aqui conceituada como fazendo parte de uma plataforma, apresentando feições tectônicas e estruturais de um megabloco fragmentado colapsado (Altos Tectônicos de Granja e Sobral).

Na porção Leste do Lineamento Sobral—Pedro II, área de domínio do Complexo Nordestino (Alto Tectônico de Sobral), assomam os maciços medianos de Santa Quitéria e de Tróia, além da subfaixa de dobramento do rio Curu—Independência, assim designados e individualizados por Brito Neves (1975). Essa mesma região é enquadrada dentro do modelo geotectônico apresentado por Mello,

A. (1977), que a caracteriza como um *mobile belt* denominando-a de Cinturão Caririano.

Uma compartimentação geotectônica para a área mapeada é bastante difícil de ser esboçada e analisada, isto devido principalmente aos poucos conhecimentos sobre o comportamento estrutural, petrogenético e geocronológico, que se têm disponíveis até a presente data.

Deve entretanto ser aqui ressaltado que a Folha SA.24 reúne alguns parâmetros de ordem estrutural e alguns dados radiométricos com valor interpretativo confiável, bem como feições geológicas específicas, as quais podem ser enquadradas nos modelos propostos, pelas suas características e semelhanças, quando comparadas com determinadas áreas pré-cambrianas, mais especificamente com aquelas onde foram definidos originalmente ou desenvolvidos os conceitos de maciços medianos ou de *mobile belt*. Por outro lado, observa-se que é menos comum na área em epígrafe, ou faltam aqueles principais requisitos básicos dos modelos, quando comparados aos apresentados na literatura geológica, conforme vêm assinalados principalmente nos trabalhos de Muratov (1974b), Zonenshain (1967), na conceituação e definição de maciços medianos, ou ainda com os dos trabalhos de Anhaeusser *et alii* (1969), na aplicação do uso e desenvolvimento geotectônico do termo *mobile belt*.

Nesse sentido, de uma forma mais simplista, adotamos aqui conceitos mais amplos e menos comprometedores, mas que melhor retratam no momento o nível de conhecimento atual da área, definindo este trato do noroeste do Ceará, como uma parcela de uma plataforma no conceito de Salop & Sheynmann (1969). Infere-se portanto para essa região um segmento de uma lasca sílica crustal em um regime "quasicraton", no sentido de Rozinov (1976) com fenômenos de regeneração e ativação, caracterizando um progressivo desenvolvimento de estruturas.

As rochas crustais mais antigas e formadas em profundidade ao nível de meso e catazona, que formam os Complexos de Granja e Nordeste, constituído por granulitos, gnaisses, migmatitos e granitóides de anatexia ou metassomáticos, sin e tardicinemáticos, apresentam uma paragênese mineral dentro da fácies metamórfica, anfíbólito e granulito, não sendo observada esta última no Nordeste. Os processos de reomorfismo que afetaram essas rochas foram responsáveis pela plasticidade que ajudou a desenvolver estruturas de fluxo do tipo *schlieren*, nebulítica, ptigmática, dobrada, etc., acompanhadas de veios aplíticos e pegmatóides.

Nestes dois complexos, ocorrem faixas de metamorfitos onde a mobilização foi mais intensa, devido à atuação dos processos de granitização, metassomáticos e/ou anatéticos, formando núcleos granitóides mais homogêneos, tipo Granitóide Chaval, onde a blastese dos feldspatos potássicos deu-se de forma bastante acentuada, observado no crescimento dos fenoblastos de microclínio, que chegam a atingir em média até 5 cm. Essas massas granitóides associam-se aos migmatitos com estruturas típicas bem desenvolvidas. Já em outras áreas, observam-se pequenos núcleos com todas as feições texturais e petrográficas de rochas ígneas, sugerindo um estágio de ultrametamorfismo com fusão total de rochas preexistentes formando massas de composição granítica a diorítica, tipo Granito Serra de Itaitinga e Diorito da Serra Serrinha. Em outros locais a granitização foi menos intensa conservando as estruturas orientadas dos migmatitos e gnaisses. Nesse sentido, observa-se na região da serra de Maranguape um zoneamento concêntrico da sua periferia para o núcleo, onde a homogeneização e a perda de orientação das estruturas da rocha, o aumento de blastese de caráter principalmente potássica, propiciaram a formação de corpos de composição e textura granítica. Envolvendo estes núcleos graníticos nas partes mais externas ocorrem biotita-gnaisses normais, passando para gnaisses bandeados com desenvolvimento de estrutura *augen*. Dentro deste contexto geológico essa região se assemelha aos "domos migmatitos" de Mehnert (*op.cit.*), que são formados por movimentos diapíricos de massas

resultantes de reomorfismo do substrato gnáissico supracrustal, em nível mais profundo do que aqueles das rochas regionais.

Faixas alongadas de gnaisses, biotita-xistos, quartzitos, anfíbólitos e calcários (Faixas do Rio Curu e de Forquilha) foram mais resistentes à granitização e atuaram como verdadeiros "resistatos", sendo portanto de difícil separação cronoestratigráfica por métodos petrográficos, estruturais e geocronológicos. Neste contexto está incluída a "Faixa do Rio Curu" reconhecida como representante de um cinturão metamórfico mais jovem de idade brasileira (Brito Neves, 1975).

Já a seqüência metassedimentar da "Faixa Forquilha" foi provavelmente formada no Pré-Cambriano Médio, metamorfizada, dobrada e falhada por volta de 2.000 MA, sugerindo desta forma idades mais antigas, no mínimo pré-transamazônicas para as rochas que compõem o seu embasamento, muito embora este substrato permaneça ainda desconhecido. Todo esse conjunto de rochas policíclicamente retomadas em mais de um evento geodinâmico apresenta características de envolvimento em estágios sucessivos de "granitização" culminando do Pré-Cambriano Superior ao final do Cambriano com os processos termotectônicos do Ciclo Brasileiro.

Diante dos resultados obtidos em análises petrográficas e geocronológicas, quando tratados em conjunto, acrescidas das observações de campo, verificou-se sempre, para as associações petro-tectônicas que compõem os Complexos Nordeste e Granja, uma evolução marcadamente politectônica, desencadeada pelos eventos dos Ciclos Transamazônicos e Brasileiros.

Os processos tectogenéticos, reomórficos, estes acompanhados de granitização, apresentam-se visíveis e são refletidos pela maior ou menor intensidade de atuação dos mesmos nestes conjuntos de rochas polimetamórficas. De sorte que observa-se uma seleção gradativa comprovada pelas análises petrográficas e geocronológicas entre os migmatitos, gnaisses e as rochas que formam as faixas de metassedimentos clássico-pelíticos das regiões de Forquilha e do Rio Curu. Nestas últimas, a microclínização de plagioclásio e a muscovitização de biotita ocorrem em nível incipiente em algumas amostras, verificando-se também nas diferentes amostras analisadas idades convencionais entre 1.750 e 2.370 MA. Estas idades convencionais retratam as influências distintas das conotações geológicas gerais de evolução acima relacionadas e realçadas. Um acréscimo do processo de neoformação de minerais tardios (microclínização e muscovitização) muito mais acentuado foi observado, quando se passa para as áreas de ocorrências dos migmatitos e gnaisses e dos núcleos granitóides circunjacentes às Faixas de Forquilha e do Rio Curu, verificando-se também um decréscimo nas idades em isócrona de referência entre 507 e 860 MA.

A neoformação tardia de fases minerais se coaduna com o espalhamento das idades radiométricas convencionais obtidas, de sorte que, em termos de idades convencionais e de diagrama isocronico, esses conjuntos de rochas mostram-se problemáticos para uma interpretação no que se refere a sua possível época de formação (metamorfismo e dobramento), principalmente na seqüência metassedimentar das referidas faixas.

No contexto geotectônico da área, o Complexo de Granja apresenta-se com um rumo estrutural semelhante ao que ocorre no Complexo Nordeste, exibindo entretanto, claramente, um estilo tectônico diferenciado, e grau de metamorfismo a níveis catazonais dentro da fácies granulito. A sua idade em isócrona de referência em torno de 1.600 MA indica apenas uma re-homogeneização isotópica de rochas mais antigas devido à relação inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  elevada.

Do exposto acima, achamos mais razoável que a associação plurimetamórfica que compõe os referidos complexos pertence a uma mesma seqüência litológica pretérita, metamorfizada e dobrada em diferentes níveis, já no Ciclo Transamazônico, o que evidencia a grande mobilidade tectônica da região no Pré-Cambriano Médio. Também não se deixou de admitir a hipótese de que as ro-

chas do Complexo de Granja, devido a algumas características peculiares, possam representar o substrato mais antigo da área mapeada.

Segue-se o processo de tafrogenia com movimentação de blocos e formação de *horst* e *grabens* com direções aproximadamente NE-NO, comandada pelo elemento lineagênico mais proeminente e antigo da região, denominado Lineamento Sobral—Pedro II, o qual propiciou o desenvolvimento de uma série de falhas paralelas, transcorrentes, normais e de zonas de intenso cisalhamento, por toda a região do médio Coreau, extensivos às áreas contíguas situadas a leste de Sobral.

Cessados os processos que resultaram em levantamento e subsidência com formação de "sulcos" e "rugas", segue-se um período de erosão e deposição de psamitos e pelitos, associados a calcários e vulcânicos distribuídos ao longo do *Graben* de Martinópolis e no baixo estrutural situado a noroeste de Massapê, este admitido como uma ramificação do *Graben* de Jaibaras. Posteriormente toda essa seqüência foi dobrada metamorfozizada em filitos, xistos, quartzitos e metabasitos em torno de 630 MA, na fácies xisto verde, sem nenhuma evidência de início de feldspatização. Pela disposição dos mergulhos do acamamento e clivagem ardósiana dos filitos e quartzitos com rumo no mesmo sentido, observados na secção Massapê—Granja, é indicativo que o metamorfismo atuante seja de caráter regional, causado por forças tangenciais (tectogênese) que formam dobras do tipo contínuas e inversas.

As rochas que constituem tal seqüência representam um estágio de desenvolvimento e evolução (geossinclinal) condicionadas em estruturas do tipo *rift* em meio a áreas cratônicas, não sendo enquadradas nos modelos clássicos, geossinclinal alpino ou apalachiano, na forma descrita por Auboin (1965), e outros autores.

Neste contexto, Brito Neves (1975, p. 150) enquadra essa seqüência de rochas que forma a unidade litoestratigráfica do Grupo Martinópolis assim: "A unidade A (Grupo Martinópolis) representa frações de um desenvolvimento miogeossinclinal, que teve como anteparo o Maciço de Granja, e do qual constitui a cobertura sinogeossinclinal".

Dado o estilo e complexidade estrutural da área, ainda não muito bem conhecida, admite-se que os sedimentos epimetamórficos do Grupo Martinópolis tenham sido depositados em bacias do tipo *rift* isoladas (Martinópolis e Jaibaras), assim também como pode ser verdadeiro que tal seqüência tenha se depositado em uma única bacia e após o dobramento e metamorfismo tenha sido afetada por forças verticais controladas por falhas normais com subida de blocos e posterior erosão da parte central daquela unidade litoestratigráfica com preservação dos filitos e quartzitos nas partes marginais, expondo um bloco crustal que compõe atualmente o *Horst* de Tucunduba.

Os processos de movimentos de blocos na vertical como seqüência da diminuição do sistema de esforços na horizontal foram bem marcantes na implantação do *Graben* de Jaibaras, estruturando uma bacia do tipo intracratônica superimposta. Condicionada às reativações do Lineamento Sobral—Pedro II, essa bacia parece ter sido preenchida inicialmente pela seqüência ectínica (Martinópolis?). Discordantemente segue-se uma sedimentação representada por um espesso pacote de psamitos, pelitos e calcários do Grupo Ubajara. Essa deposição em ambiente de águas calmas e profundas, representada pelos calcários e pelitos, sugere um período de calma tectônica com movimentos oscilatórios lentos.

Surge um evento tectonomagmático caracterizado por um intenso vulcanoplutonismo de caráter básico a ácido. O vulcanismo é do tipo fissural com características continentais, a subaéreo, e apresenta-se como uma provável associação co-magmática com os corpos intrusivos tipo Granito Meruoca, formando também prováveis *ring faults* com complexo magmático do "tipo central". Esse conjunto de rochas de origem pós-orogênica tipifica-se

como resultado do provável estágio de transição ou mesmo reativação plataformal em bacias do tipo *graben* condicionado à grande zona de fraqueza que se constitui no conduto principal do vulcanismo que foi o Lineamento Sobral—Pedro II. Neste contexto geológico é portanto discutível o emprego e uso do termo espilito-queratófiro para basaltos, andesitos e riolitos que assomam na Bacia de Jaibaras, visto que esses tipos especiais de rochas são características, e constituem o vulcanismo inicial eugeossinclinal em ambiente marinho. O intenso processo de albitização e propilitização observado nessas rochas provavelmente seria o reflexo das condições de transformações magmáticas tardias.

Após esse evento tectonomagmático, as falhas são reativadas e são depositadas as brechas e conglomerados basais da Formação Massapê do Grupo Jaibaras. Segue-se um período de calma tectônica com deposição de clastos finos da Formação Pacujá. Um novo desequilíbrio tectônico, associado às pulsações do Lineamento Sobral—Pedro II, condicionou a deposição de conglomerados brechóides. Formação Aprazível, onde a variação faciológica desta unidade litoestratigráfica reflete fontes localizadas de suprimento. A passagem gradacional do topo do conglomerado Massapê para sedimentos de granulação mais fina, Arenito Pacujá, é indicativa de uma fase tectônica menos ativa, com deposição de toda a seqüência em ambiente fluvial continental.

Sob condições de uma plataforma estabilizada continuam os processos de grandes aumentos crustais, desta feita abrangendo áreas de amplitudes consideráveis, culminando com a estruturação da Sinéclise do Parnaíba, cuja sedimentogênese se processou em sua maioria em ambiente marinho. Essa ingressão marinha começou provavelmente no Siluriano Superior, dando início à sedimentação basal da sinéclise representada por clásticos grosseiros, conglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos finos da Formação Serra Grande. Segue-se uma sedimentação com passagem transicional de clásticos mais finos, depositando-se arenitos finos, cores cinza a creme, esverdeado com níveis de siltitos e argilitos e bancos de arenitos ferruginosos de ambiente mais profundo, que constitui a Formação Pimenteira. A seqüência seguinte inicia-se com um pacote espesso de arenitos finos a médios, creme, micáceos, algo feldspático e em bancos maciços com feições morfológicas bem características, do tipo ruíniforme, tornando-se bem laminados com intercalações de argilitos e siltitos no topo da seqüência pertencentes ao Devoniano da Formação Cabeças.

No decorrer do Devoniano Superior, não foram registrados na área mapeada sedimentos pelíticos da Formação Longá. Durante o Jurássico e o Cretáceo Inferior se processou uma reativação tectonomagmática de caráter básico representada por diques e *sills* de diabásio que ocorrem em áreas isoladas, pertencentes à "Formação Orozimbo". Seguem-se durante o Cretáceo Inferior novas condições de sedimentação representada na área por arenitos finos e argilitos da Formação Itapecuru.

Após a deposição destes sedimentos que representam a cobertura inferior da Sinéclise do Parnaíba, característicos do estágio de estabilização plataformal, volta a se processar no Cenozóico (Oligoceno) uma nova reativação tectonomagmática acompanhada de um intenso vulcanoplutonismo cratogênico, embutido na associação petrotectônica do Complexo Nordeste. Esse vulcanismo, que se apresenta em forma de *necks* e diques, constitui uma verdadeira província petrográfica co-magmática, anorogênica de rochas alcalinas feldspato-feldspatóidicas.

Nas áreas costeiras, principalmente na faixa localizada no extremo noroeste da Folha SA.24, houve durante o Mioceno subsidência, propiciando uma ingressão marinha com a deposição de uma seqüência de calcários correlatos da Formação Pirabas, aflorando em áreas muito restritas e localizadas. Segue-se durante o Mioceno e indo até o Pleistoceno uma sedimentação continental de natureza fluvial, constituída por conglomerados, arenitos e argilas, do Grupo Barreiras, recobrimdo grandes áreas da faixa litorânea, em forma de lentes, às vezes mostrando típicos sedimentos

de preenchimento de canais. Discordantemente sobre estes sedimentos repousa uma seqüência representada por cordões de dunas antigas onde se entremeiam sedimentos ainda em fase de formação, representados pelas dunas móveis, as areias de praia e as aluviões de idade holocênica.

#### 1.1.6 — CONCLUSÕES

As imagens de radar possibilitaram uma visão regional mais ampla na interpretação do arcabouço geológico da área abrangida pela Folha SA.24. Comprovamos mais uma vez a grande utilidade na aplicação e uso do sensor radar, no consenso geral do mapeamento geológico confirmando o sucesso obtido nos trabalhos anteriormente realizados pelo Projeto RADAMBRASIL.

Assim é que os aspectos estruturais mais proeminentes, bem como as relações estratigráficas, puderam ser melhor compreendidos, possibilitando desta forma uma maior visualização e identificação das unidades litoestratigráficas, como também do conjunto de estruturas, sob o ponto de vista de sua distribuição espacial e temporal.

Neste sentido, as conotações geológicas entre os Complexos de Granja e Nordeste foram delineadas, ainda que no campo das hipóteses, chegando-se às seguintes conclusões:

— possivelmente, achamos viável tratar-se de uma mesma seqüência litológica, que foi cratonizada, apresentando diferentes níveis no grau de metamorfismo, fácies granulito a anfibolito, sendo ambos os complexos colocados provisoriamente na mesma ordem estratigráfica, posicionados como de idade pré-cambriana inferior(?) a média; e

— admitimos também a possibilidade do Complexo de Granja vir a se constituir no substrato mais antigo da área mapeada, necessitando-se entretanto de dados adicionais, geocronológicos, petrológicos e estruturais, para tal confirmação.

Dentro do âmbito do Complexo Nordeste, foram individualizados conjuntos de rochas, que apesar de apresentarem feições e características especiais, mantêm contatos litológicos transicionais, quando se passa das faixas metassedimentares dobradas para os núcleos migmatíticos granitóides. Estas últimas litologias apresentam-se claramente afetadas por eventos termotectônicos, em vários estágios sucessivos de granitização, não possibilitando desta forma uma separação cronoestratigráfica, ao nível dos conhecimentos atuais para esse conjunto petrotectônico, que passa gradativamente para as seqüências clástico-pelíticas metassedimentares postadas a sudeste da região de Forquilha e do rio Curu. Estas seqüências metassedimentares foram interpretadas como uma provável seqüência sedimentar sincrônica, constituindo-se até a presente data nas rochas mais antigas conhecidas na área mapeada.

Os dados obtidos neste trabalho se mostraram incoerentes com aqueles existentes para a Bacia de Jaibaras, sendo portanto efetuadas algumas revisões nas unidades litoestratigráficas da bacia e proposta uma redefinição para as Formações Coreau e Parapu, em seus termos litológicos e estratigráficos.

Também foi discutida e proposta para as rochas ditas como pertencentes ao "Grupo Bambuí" a substituição desta nomenclatura pela do Grupo Ubajara, que em sua nova conceituação passa a se constituir de três unidades litoestratigráficas, compostas pelas Formações Trapiá, Caiçaras e Frecheirinha. Estas Unidades apresentam problemas de difícil solução conforme dados de geologia de superfície, no que diz respeito a sua ordem estratigráfica.

Quanto aos conglomerados que se distribuem na Bacia de Jaibaras pertencentes às Formações Massapê e Aprazível do Grupo Jaibaras, observou-se que, em algumas áreas, os mesmos apresentam as mesmas características litológicas, dando margens a erros de interpretação, conforme verificamos nos trabalhos anteriormente realizados.

As intrusivas graníticas Meruoca e Mucambo foram interpretadas como formando uma provável associação co-magmática com as rochas vulcânicas Parapu. Estas últimas rochas apresentam-se propilítizadas e com características de um vulcanismo continental do tipo fissural.

Foi também difícil limitar os contatos entre as Formações Piamenteiras, Cabeça e Itapecuru, devido as mesmas não apresentarem quebras morfológicas marcantes nas imagens de radar. Diante desta característica, é viável um erro de interpretação, apesar das observações de campo, principalmente nas áreas próximas às margens do rio Longá, onde, segundo trabalhos ali realizados, ocorrem seções típicas das Formações Longá e Poti, fato este não comprovado nos perfis realizados naquelas áreas.

Os necks alcalinos que ocorrem na Folha SA.24-Z-C constituem sem dúvida uma verdadeira província petrográfica de rochas anorogênicas, alinhados provavelmente em uma zona de fraqueza que se estenderia desta região até o arquipélago de Fernando de Noronha.

Esse complexo alcalino desperta grande interesse devido às possibilidades de ocorrências de rochas carbonatíticas associadas.

Sobre as coberturas fluvioc continentais de idade terciária, manteve-se a designação de Grupo Barreiras, não sendo viável uma separação em unidades distintas, assim como verificou-se não possuir fundamento a proposição para a individualização da Formação Camocim como uma unidade sotoposta ao Grupo Barreiras.

#### 1.1.7 — RECOMENDAÇÕES

As conotações geológicas comentadas e discutidas neste relatório, envolvendo o conjunto de rochas plurimetamórficas que constituem os Complexos de Granja e Nordeste, espelham claramente a necessidade de adição de um maior número de informações em termos de datações radiométricas e de uma análise estrutural mais detalhada para um melhor entendimento de sua evolução geológica. Recomenda-se neste sentido um estudo mais detalhado em áreas mais específicas, como por exemplo as localizadas na região de Forquilha e do rio Curu. Nestas áreas as rochas resistiram mais aos processos finais de migmatização do evento termotectônico brasileiro, preservando elementos estruturais de eventos anteriores. Um estudo orientado para caracterização do estilo de dobramento, do comportamento e da distribuição dos minerais dentro destas faixas metassedimentares, juntamente com um padrão geocronológico definido, é que irá permitir com maior segurança a identificação e compreensão dos eventos que atuaram neste conjunto de rochas e conseqüentemente a elucidação de sua história geológica.

Dentro do contexto geológico esboçado para a Bacia de Jaibaras, se torna viável a execução de um mapeamento na escala 1:50.000, com objetivos voltados para atender os inúmeros problemas de ordem estratigráfica ainda pendentes.

Atenção especial deve ser estendida para o complexo conjunto de rochas magmáticas de caráter básica, intermediária a ácida, que inclui os Granitos Mucambo, Meruoca, Vulcanismo Parapu e outras intrusivas associadas, a fim de que se possa confirmar e estabelecer as suas relações de co-magmaticidade, para um melhor entendimento de sua colocação no sentido mais amplo (definição de eventos?) dentro do arcabouço geotectônico do Graben de Jaibaras, bem como de uma avaliação real de suas possibilidades metalogenéticas.

Para as rochas vulcânicas anorogênicas de composição alcalina, localizadas às proximidades da cidade de Fortaleza, Folha SA.24-Z-C, em função de possível existência de carbonatito associado, sugerem-se estudos específicos.



## 1.2 — RECURSOS MINERAIS E SUA METALOGENIA

### 1.2.1 — INTRODUÇÃO

Na área da Folha SA. 24, onde a densidade de mineralização é relativamente baixa, poucos são os estudos metalogenéticos nela executados. Por outro lado, estudos de Geologia Econômica são relativamente mais numerosos.

A primeira caracterização metalogenética desta área é atribuída a Magak'Yan's (1960), quando elaborou o mapa metalogenético do mundo.

Merecem destaque os estudos metalogenéticos de Suszczynski (1965/1967/1970/1973).

Nos estudos de Suszczynski (1965), relativos à Folha SA.24, foram cartografados os seguintes fatos: ao sul da cidade de Fortaleza uma pequena área mineralizada em asbesto; desta área até o paralelo 39° 15', aproximadamente, uma área estéril; segue-se-lhe uma outra área mineralizada no trecho compreendido entre os paralelos 39°15' e 39°25' com mineralização do tipo aluvionar de natureza titanífera (ilmenita); do paralelo 39°25' para oeste até o paralelo 40°50' surge uma outra área estéril; deste limite, para oeste até o paralelo 41°10', é caracterizada cartograficamente uma área mineralizada poli-paragenética de natureza aurocuproferromanganesífera. A sudeste desta área caracteriza-se uma outra de dimensões menores, de natureza aurocuprífera, no território situado entre Pessoa Anta e Viçosa do Ceará.

No trabalho de 1967 deste mesmo autor (Notice Explicative de la Carte Géologique et des Gisements Metallifères du Nordeste Brésilien), que constitui a continuação do anterior (1965), as áreas mineralizadas são classificadas conforme uma escala hierárquica metalogenética e segundo suas posições nas fases geológicas. Nesta classificação aquele autor não considera a forma nem o tamanho das unidades metalogenéticas.

Bordejando o núcleo gnáissico-granítico da serra de Maranguape, aquele autor definiu um "Distrito de Manganês e Grafita" e o considerou como pertencente ao "Cinturão Orogênico do Ceará", dentro da "Fase Geológica do Embasamento Cristalino".

No noroeste do Ceará, na região compreendida pelos paralelos 40°50' e 41°10' aquele autor definiu uma outra área mineralizada à qual deu o nome de "Distrito de Ferro (itabirito), Manganês e Grafite do noroeste do Ceará". Considerou este Distrito Metalogenético como pertencente ao "Cinturão Orogênico Jaibaras" também da Fase Geológica do Embasamento Cristalino.

Outra área mineralizada é discutida pelo autor. Trata-se dos pequenos jazimentos e índices da Ibiapaba (*petits gisements et indices de Ibiapaba, Ceará — 1967*). Considera, aquele autor, que estas mineralizações se situam na fase clástica marinha da cobertura sedimentar.

Posteriormente, Suszczynski (1970) lança uma síntese de suas novas idéias sobre a metalogenia da plataforma brasileira com o título "Mapa dos Jazimentos Minerais do Brasil". Conforme este trabalho o território compreendido na Folha SA.24 é formado por três fases metalogenéticas: A Fase Metalogenética do Embasamento Cristalino, a Fase Metalogenética da Cobertura Sedimentar Dobrada e a Fase Metalogenética da Cobertura Sedimentar Não Dobrada. A unidade metalogenética maior (ainda segundo aquele autor) é constituída pela "Província Metalogenética Nordeste" e que pertence à Fase Metalogenética do Embasamento Cristalino. Esta província seria formada por três faixas metalogenéticas principais, das quais somente duas estariam parcialmente representadas na Folha SA.24: a Faixa Metalogenética Ceará e a Faixa Metalogenética Jaibaras. A primeira faixa metalogenética apresenta jazimentos de talco, titânio, manganês, grafita e calcário dolomítico; a segunda tem mineralizações de ferro, manganês, ouro e grafita.

Surge um novo trabalho sobre a metalogenia brasileira de autoria de Suszczynski (1973), no qual são postos todos os conhecimentos sobre a metalogênese da plataforma brasileira até aquela data.

A área da Folha SA.24 ficou assim caracterizada: constitui a extremidade norte do Cinturão Metalogenético do Brasil e é formada pela projeção setentrional da Subprovíncia Metalogenética da Faixa Orogênica Atlântica e por elementos da Subprovíncia Metalogenética da Cobertura Sedimentar Dobrada; as fases, as épocas e as unidades metalogenéticas são resumidas na Tabela 1.XLV.

Braga *et alii* (1977) executando o Projeto Fortaleza elaboram um Esboço Metalogenético da área compreendida pelas Folhas SA.24-Y-D, SA.24-Z-C, SB.24-V-D e SB.24-X-A. Nas Folhas SA.24-Y-D e SA.24-Z-C, que interessam à Folha SA.24, são caracterizados diversos jazimentos minerais e definidos segundo a morfologia, a classificação em metálicos e não metálicos e características genéticas (Tab. 1.XLVI).

Estudos sobre os jazimentos minerais desta área, do ponto de vista da Geologia Econômica, são mais comuns e numerosos, datando alguns do princípio deste século.

### 1.2.2 — PRINCÍPIOS E MÉTODOS

O aumento contínuo da demanda mundial no setor dos recursos minerais fez com que as pesquisas geológicas destinadas precipuamente à descoberta de novos jazimentos fossem consideravelmente incrementadas. Tais estudos, geralmente executados por empresas particulares, têm caráter localizado restringindo-se quase sempre às regiões já sabidamente mineralizadas e muitas vezes em locais contíguos a algum jazimento conhecido. Em tais locais, restritos, conhecidos geologicamente numa escala razoável de detalhe, as pesquisas quase nunca tropeçam com maiores dificuldades. No momento, porém, em que se quer ampliar os estudos, saindo-se da escala local para a regional, as dificuldades aparecem e se multiplicam. Tem-se constatado em várias oportunidades que apesar do mapeamento geológico ser de excelente qualidade muito pouco resultado novo em termos de descoberta de jazimentos minerais tem surgido. Uma avaliação deste aparente paradoxo levou a uma conclusão: durante os trabalhos de mapeamento geológico tem faltado a aplicação metódica dos princípios básicos da pesquisa metalogenética. À exceção da Rússia, da França, do Canadá, da Espanha, da Austrália, que executam estudos metalogenéticos sistemáticos, os mapas de jazimentos minerais e metalogenéticos, sobretudo no Brasil, são elaborados e apresentados quase sempre como um apêndice secundário do mapa geológico.

A partir do início dos anos 60, quando foi constituída sob a égide da UNESCO a Comissão da Carta Geológica do Mundo e a Subcomissão da Carta Metalogenética do Mundo, as pesquisas metalogenéticas tomaram impulso e seus princípios foram dados a conhecer aos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos. Como resultado deste esforço conjunto em âmbito global, cada país tem hoje sua carta metalogenética, e o conhecimento para prosseguir em suas pesquisas metalogenéticas.

Os princípios e os métodos da pesquisa metalogenética são diversos e variam conforme o contexto geológico da região estudada. É evidente que para uma região de natureza predominantemente vulcânica os estudos metalogenéticos obedecem a critérios filosóficos diferentes daqueles empregados em regiões de natureza sedimentar ou metamórfica. Cada região geológica, ou melhor dizendo, cada ambiente geológico tem sua metalogenia e deve, portanto, ser estudado conforme suas características e suas pe-



TABELA 1.XLV  
Síntese metalogenética da Folha SA.24

EPOCAS METALOGENÉTICAS	FASES METALOGENÉTICAS	SUBFASES METALOGENÉTICAS	UNIDADES METALOGENÉTICAS
Do Devoniano ao Quaternário	Fase da Cobertura Sedimentar não Dobrada	Subfase Pericratônica Subfase Intracratônica	(Não Caracterizada) (Não Caracterizada)
Do Pré-Cambriano Superior ao Siluriano	Fase da Cobertura Sedimentar Dobrada	Subfase Cobertura Domínio do Brasilídes	Subprovincia Metalogenética da Cobertura Sedimentar Dobrada
Pré-Cambriano	Fase do Embasamento Cristalino		Subprovincia Metalogenética da Faixa Orogênica Atlântica

Fonte: Suszczynski et alii, 1973.

TABELA 1.XLVI  
Característica dos jazimentos da Folha SA.24

MORFOLOGIA	DEPÓSITOS MINERAIS		CARACTERÍSTICAS	N.º DE DEPÓSITOS
	Não metálicos	Metálicos		
Estratiforme	Diatomito		Depósito de origem química ou bioquímica	65
Estratiforme	Amianto		Depósito relacionado ao metamorfismo regional	3
Estratiforme	Talco		Depósito relacionado ao metamorfismo regional	1
Estratiforme	Calcário		Depósito relacionado ao metamorfismo regional	30
Disseminação, Stockwork, Impregnações	Cienita		Depósito relacionado ao metamorfismo regional	1
Estratiforme		Manganês	Depósito relacionado ao metamorfismo regional com enriquecimento supergênico	3

Fonte: Projeto Fortaleza, Braga et alii (1977).

cularidades tectônica, estrutural, petrográfica, petrológica, sedimentológica etc. Deste conceito, surge o primeiro princípio básico para a pesquisa metalogenética: toda região submetida a este tipo de pesquisa metalogenética regional, em pequena escala, deve ser prioritariamente definida quanto a sua natureza tectônica; cada elemento tectono-estrutural deve ser identificado e individualizado; o ambiente geológico da região e de cada elemento formador da região deve ser determinado; cada elemento tectono-estrutural tem sua suite de rochas que deve ser determinada e individualizada do ponto de vista de suas tendências metalogenéticas. Da convergência destes estudos resulta um mapa base litotectono-estrutural que serve de pilar ao desenvolvimento da pesquisa metalogenética. Deduz-se que quanto mais acurada e fidedigna for a base geológica de uma região, mais confiável e preciso será seu mapa metalogenético.

A partir do momento em que se tem a geologia, começa uma nova etapa de estudos, envolvendo agora os jazimentos minerais e as áreas mineralizadas, cujo objetivo é a determinação dos traços metalogenéticos regionais e a caracterização das unidades metalogenéticas. Isto é feito com a elaboração de um jogo de cartas temáticas através do método por nós denominado "Método Dissociativo Estrutural Complexo". As seguintes cartas são elaboradas:

Carta de jazimentos minerais — Nesta carta são plotados todos os jazimentos minerais independente de seus tamanhos e importância econômica. A cartografia somente de jazimentos maiores não é aconselhável, por não permitir a visualização evolutiva das áreas metalogeneticamente ricas para as menos mineralizadas e destas para as áreas estéreis. Deve-se também plotar, nesta mesma carta, jazimentos minerais de diferentes quimismos e não apenas de uma determinada natureza química. Com isto tem-se condição de identificar as diferentes formações minerais, *ore formations*.

Carta estrutural — O objetivo da elaboração destas cartas temáticas é fazer ressaltar as relações espaciais entre as mineralizações e cada estágio geológico. No caso de carta estrutural, facilmente se reconhece qual o grau de importância entre as estruturas e a mineralização. A carta estrutural é elaborada segundo o método do traçado contínuo das estruturas através da representação cartográfica do acamamento, dos falhamentos, das redes de fraturas, etc. Como resultado obtém-se o arcabouço estrutural da região no qual se classifica cada elemento estrutural quanto a sua geometria, ao seu tamanho e a sua natureza genética.

Carta tectônica — Constitui esta carta, talvez, o mais importante de todos os temas básicos. Nela, são caracterizadas e individualizadas as fases geológicas com todos seus comportamentos estruturais e litológicos. Para cada fase geológica são determinados seus elementos e suas unidades tectônicas maiores e menores e dentro delas caracterizados seus estágios e sua evolução espacial e temporal estando a taxonomia e a escala hierárquica das unidades metalogenéticas estritamente vinculadas ao zoneamento tectônico.

Carta litológica — Constitui o complemento das cartas temáticas básicas. Nela, os complexos de rocha são individualizados, caracterizados tectono-estruturalmente e determinados conforme a natureza litológica, petrográfica, petroquímica, petrológica e petrogenética.

A inter-relação deste conjunto de temas básicos permite, com segurança, a elaboração do mapa metalogenético.

O mapa que se está apresentando não é apenas metalogenético; é também previsional porquanto além de mostrar áreas mineralizadas reais sugere e indica áreas potenciais. É evidente que para sua elaboração necessário se fez a adoção e a aplicação de princípios concernentes à metalogenia previsional.

A metodologia da pesquisa previewal difere fundamentalmente da metodologia da pesquisa metalogenética. A este respeito diz Nicolini, por exemplo, que os estudos previewais são de certa forma a antítese dos estudos metalogenéticos. Não cremos desta forma; sem nenhuma dúvida as metodologias de estudos previewais e metalogenéticos são absímiles porém jamais antípodas. A metalogenia e a metalogenia previewal se completam e mutuamente se inter-relacionam na pesquisa relativa à descoberta de novas áreas ou jazimentos minerais. Por assim acreditamos é que definimos o mapa de jazimentos minerais e de áreas mineralizadas, apresentando-o como Mapa Metalogenético Previewal.

A fim de tornar cristalina a diferença fundamental entre a metalogenia e a metalogenia previewal permitimo-nos citar um exemplo tomando para isto o jazimento ferrífero de Angostura. A metalogênese permitirá caracterizá-lo assim: jazimento estratiforme, de contato metamórfico, da cobertura vulcanossedimentar dobrada; enquanto que a metalogenia previewal o caracterizaria de outra maneira: jazimento de ferro no contato periférico de um granito intrusivo com rochas de natureza calcária. Conforme se pode deduzir deste exemplo simples, a metalogenia previewal cita fatos reais, palpáveis, naturais, é fundamentalmente naturalista; a metalogênese pura cita fatos também reais, ligados no entanto a processos evolutivos de natureza genética, é mais geneticista do que naturalista.

### 1.2.3 — CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Dentre as ciências da Terra a Geologia se constitui, por excelência, num palco privilegiado de dissensões e entrecioques de idéias, conceitos e definições. A metalogenia, como mera componente destas ciências, cujos conceitos básicos promanam da tectônica, da geologia estrutural, da geoquímica, da petrologia e petrogênese etc., não poderia deixar de ter suas fronteiras de polêmicas e divergências.

No sentido de tornar objetivos e claros os resultados obtidos sobre a metalogenia da área, citamos algumas definições de termos usados neste relatório concernentes às unidades elementares mineralizadas. Tal taxonomia metalogenética e correspondente posição hierárquica obedece parcialmente às "Proposições do Grupo de Trabalho para o Dicionário Metalogenético Internacional" da Comissão do Mapa Geológico do Mundo — Subcomissão do Mapa Metalogenético. Embora a nomenclatura das áreas mineralizadas haja sido definida pela elite do Grupo de Trabalho para o Dicionário Metalogenético Internacional, restaram algumas dúvidas nocivas à homogeneização desta nomenclatura. Assim é que o uso de dois adjetivos, *ore* (mineral) e *metallogenic* (metalogênico ou metalogenético), para designar áreas mineralizadas é desaconselhável conforme salientaram Routhier, Fischer e Walther (*apud* Shatlov, 1965). Sugeriram estes estudiosos que toda área mineralizada deve ser caracterizada com o adjetivo *metallogenic* (metalogênico ou metalogenético) e por se concordar com a idéia acolhe-se esta sugestão. Somente para as unidades metalogenéticas mais elementares, jazimento e corpo, é que usaremos o termo "mineral", *ore deposit* (jazimento mineral), *ore body* (corpo mineral ou corpo mineralizado). Outro ponto de dúvida existe e diz respeito à natureza mono ou poliparagenética das unidades metalogenéticas e suas denominações. Segundo alguns membros daquele Grupo de Trabalho o fator monoparagenético ou poliparagenético de uma área mineralizada deve ser preponderante, além da forma e do tamanho, na caracterização taxonômica e hierárquica das unidades metalogenéticas, de forma que somente as unidades metalogenéticas grandes e muito grandes (superprovincia, cinturão planetário, provincia, cinturão, região e zona metalogenética) seriam poliparagenéticas. Segundo outros o mono ou o poliparagenetismo não seria um fator determinante uma vez que existem também unidades metalogenéticas menores (Distrito, Núcleo, Campo) poliparagenéticas. Os conceitos de unidades metalogené-

ticas aqui adotados não tomam como fator preponderante de definições a natureza mono ou poliparagenética das áreas mineralizadas.

#### 1.2.3.1 — Taxonomia e hierarquia das unidades metalogenéticas (Tab. 1.XLVII)

Superprovincia Metalogenética (*Metallogenic Superprovince*) — É uma ampla área mineralizada com 10 a 15 milhões de quilômetros quadrados, de forma não linear, caracterizada por mineralizações policíclicas.

Cinturão Planetário Metalogenético (*Metallogenic Planetary Belt*) — É uma área mineralizada de dimensões similares à anterior tendo, porém, a forma linear; é também policíclica. Caracteriza-se geologicamente por constituir os maiores e mais importantes cinturões geotectônicos da Terra.

Provincia Metalogenética (*Metallogenic Province*) — Corresponde a uma vasta área de uma plataforma ou de uma região dobrada da crosta terrestre, com desenvolvimento tectonomagmático específico e com um desenvolvimento metalogenético característico; sua metalogenia, embora complexa, apresenta associações definidas de mineralizações sempre relacionadas ao ciclo tectonomagmático. A provincia metalogenética pode ser formada durante um ou vários ciclos tectonomagmáticos. A forma é irregular e suas dimensões variam de centenas de milhares aos primeiros milhões de quilômetros quadrados.

Cinturão Metalogenético (*Metallogenic Belt*) — É uma área mineralizada de dimensões da anterior, caracterizada por sua forma linear bem definida. A natureza metalogenética pode diferir da provincia, mas os grupos de associações minerais persistem e são identificáveis.

Região Metalogenética (*Metallogenic Region*) — É uma área mineralizada dentro de uma provincia ou de um cinturão metalogenético, confinada a um tipo particular de estrutura e com o desenvolvimento de um tipo predominante de mineralizações e de tipos de jazimentos minerais característicos. A forma é irregular e as dimensões atingem dezenas de milhares de quilômetros quadrados podendo alcançar as primeiras centenas de milhares de quilômetros quadrados.

Zona Metalogenética (*Metallogenic Zone*) — É uma região metalogenética de forma linear. Sua extensão pode atingir 1.000 km e sua largura, dezenas a poucas centenas de quilômetros.

Distrito Metalogenético — O termo original proposto é *ore district*. Conforme salientado, não é conveniente o uso de dois adjetivos *ore* e *metallogenic*, para designar as unidades metalogenéticas. Por seu sentido intrínseco mais abrangente e pela própria natureza etimológica do termo, é mais acertado o uso do adjetivo metalogenético na caracterização das áreas mineralizadas.

Distrito Metalogenético é uma área mineralizada com o desenvolvimento característico de mineralizações de um determinado quimismo, associado a um determinado grupo de formações. Sua forma é irregular e suas dimensões cobrem áreas de milhares a dezenas de milhares de quilômetros quadrados. Não há ainda definida uma unidade metalogenética de formato marcadamente linear equivalente no tamanho e nas características geológicas e metalogenéticas a Distrito Metalogenético.

Setor Metalogenético — Este termo é uma proposição do Projeto RADAMBRASIL para substituir *ore zone*. O uso de "metalogenético" em vez de mineral, *ore*, já foi justificado para a nomenclatura das unidades metalogenéticas. Evidentemente não se pode usar novamente "zona" já que este termo define uma outra unidade metalogenética acima caracterizada; usar-se-á portanto Setor Metalogenético cujo conceito é o de *ore zone* do "Grupo de Trabalho da SCMM".

Esta unidade metalogenética corresponde a uma área mineralizada bem definida do ponto de vista geológico. Tem forma linear e é limitada por falhamentos ou está situada num tipo bem definido de estrutura dobrada.

O setor metalogenético tem extensão da ordem dos 80-100 km e ocupa áreas de 1.500-2.000 km<sup>2</sup>, podendo excepcionalmente atingir maior dimensão.

**Núcleo Metalogenético (*Ore Knot*)** — É uma área mineralizada de forma isométrica ou irregular cuja mineralização se situa em torno de um centro magmático intrusivo ou extrusivo ou é confinada a uma feição tectônica local bem definida, com ou sem presença de magmatismo ou vulcanismo. Suas dimensões, em área, estão na ordem das centenas de quilômetros quadrados excepcionalmente chegando a 1.000-1.500 km<sup>2</sup>.

**Campo Metalogenético** — Termo original em inglês: *ore field*. É uma área mineralizada de pequenas dimensões cujas mineralizações são geneticamente relacionadas. Seus jazimentos minerais e seus corpos mineralizados têm a mesma idade, ou semelhantes, e estão adstritos a um elemento tectono-estrutural local. Suas dimensões atingem áreas de dezenas de quilômetros quadrados, podendo excepcionalmente atingir as primeiras centenas de quilômetros quadrados.

**Jazimento Mineral** — A SCMM usa o termo *ore deposit* cujo sentido é mais econômico. Neste trabalho de metalogenia preferiu-se usar termos que tenham ao máximo implicações geológicas e metalogenéticas. A fim de realçar a diferença que se julga haver entre os termos *ore deposit*, depósito mineral e jazimento mineral, serão conceituados de per si.

Entenda-se por depósito mineral, *ore deposit*, qualquer concentração mineral passível de ser explorada atualmente sob condições econômicas. Como se vê da definição, dela se depreende que a conceituação de depósito mineral se sujeita às vicissitudes de parâmetros econômicos e fatores tecnológicos.

Jazimento mineral é qualquer concentração mineral terrena ou extraterrânica com ou sem importância econômica. Todo depósito mineral é um jazimento mineral, mas nem todo jazimento é um depósito. Dentro da Geologia Econômica talvez se possa usar o termo Jazida Mineral como equivalente a *Ore Deposit*.

**Corpo Mineral (*ore body*)** — Corresponde à menor unidade metalogenética no esquema aqui adotado. É uma concentração mineral com forma bem definida cuja composição difere das rochas regionais, tendo limites definidos e facilmente identificáveis.

No decorrer das pesquisas metalogenéticas realizadas na Folha SA.24 foram caracterizadas, no domínio da fase geológica do cristalino, áreas mineralizadas cujas mineralizações de caráter nitidamente estratiforme se distribuem ao acaso. Tais mineralizações

formam algumas vezes áreas lineares ou se agrupam para constituir áreas mineralizadas de formas caprichosas. O controle deste tipo de mineralização é notadamente litológico e sua distribuição obedece rigorosamente às sinuosidades estruturais dos horizontes litológicos controladores das mineralizações. Considerando que não existe dentro da classificação metalogenética adotada um termo que as defina usar-se-á a denominação informal de Faixa Metalogenética.

No interior de uma determinada Faixa Metalogenética encontram-se, como regra geral, horizontes ou níveis metalogenéticos menores, via de regra, com o mesmo quimismo da faixa e com o mesmo estilo estrutural. Tais níveis ou horizontes constituem o conteúdo e a estrutura interna das faixas e são sempre menores do que elas. A estes elementos chamar-se-á de Bandas Metalogenéticas.

#### 1.2.4 — UNIDADES METALOGENÉTICAS

##### 1.2.4.1 — Unidades metalogenéticas taxonômica e hierarquicamente definidas

Dentro da concepção filosófica sobre a taxonomia e a hierarquia das unidades metalogenéticas aqui adotada, foram definidas nesta área as seguintes unidades: Província Metalogenética Meio-Norte, Distrito Metalogenético Litorâneo Cearense, Setor Metalogenético Viçosa do Ceará—Martinópolis, Setor Metalogenético Ubajara—Madeiro, Setor Metalogenético Sobradinho, Núcleo Metalogenético Bodega, Núcleo Metalogenético Parapuá, Núcleo Metalogenético Meruoca, Núcleo Metalogenético Mucambo, Núcleo Metalogenético Barriga, Campo Metalogenético Araçás, Campo Metalogenético Fortaleza, Campo Metalogenético Lagoa do Poço, Campo Metalogenético Gereraú, Campo Metalogenético Paracuru, Campo Metalogenético Miranda, Campo Metalogenético Tamanduá, Campo Metalogenético Bacumixá, Campo Metalogenético Malamba, Campo Metalogenético Cruxati, Campo Metalogenético Aracatiara, Campo Metalogenético Itarema, Campo Metalogenético Barroquinha, Campo Metalogenético Uruoca, Campo Metalogenético Pedra Verde, Campo Metalogenético Oitis, Campo Metalogenético Arariús, Campo Metalogenético Frecheirinha, Campo Metalogenético Aroeira, Campo Metalogenético Penaduba, Faixa Metalogenética Granja, Faixa Metalogenética Forquilha, Faixa Metalogenética Caxitoré, Banda Metalogenética Santa Rosa—Passagem, Banda Metalogenética Ibuguaçu—Jericoacoa-

TABELA 1. XLVII  
Classificação taxonômica das unidades metalogenéticas

DIMENSÕES RELATIVAS	CARACTERIZAÇÃO QUANTO À FORMA	
	Não linear	Linear
Planetária — dezena de milhões de quilômetros quadrados	Superprovíncia Metalogenética	Cinturão Planetário Metalogenético
Muito grande — várias centenas de milhares aos primeiros milhões de quilômetros quadrados	Província Metalogenética	Cinturão Metalogenético
Grande — centenas de milhares de quilômetros quadrados	Região Metalogenética	Zona Metalogenética
Média — dezenas de milhares a milhares de quilômetros quadrados	Distrito Metalogenético	—
	—	Setor Metalogenético
Pequena — várias centenas ao primeiro milhar de quilômetros quadrados	Núcleo Metalogenético	—
	Campo Metalogenético	—
Muito pequena — poucos quilômetros quadrados	Jazimento Mineral Corpo Mineral	

ra, Banda Metalogenética Pitimbu—Parazinho, Banda Metalogenética Trapiá—Bartolomeu, Banda Metalogenética Juá—Umirim, Banda Metalogenética Araras—Maranguape, Banda Metalogenética Cruz do Matias, Banda Metalogenética Boqueirão Catuana, Mineralizações Ferrotitaníferas Aluvionares dos rios São Gonçalo, Curu e Acaraú, Jazimentos Amiantíferos de Maranguape e Itapipoca e Jazimentos Diatomíferos das Lagoas Comprida, Baixo e Lama Preta.

#### 1.2.4.1.1 — Província Metalogenética Meio-Norte

##### A) Generalidades

Com esta denominação se está caracterizando taxonômica e hierarquicamente a Bacia do Parnaíba do ponto de vista da classificação das unidades metalogenéticas adotada neste trabalho.

Aparentemente, comete-se um erro grosseiro ao incluir na Folha SA.24 uma unidade metalogenética cuja área, por definição, é várias vezes superior à da região abrangida por esta Folha. Considerando, no entanto, que a porção da bacia que ocorre nesta Folha é parte integrante de um todo maior, contínuo no espaço e no tempo que é a própria Bacia do Parnaíba, fica plenamente justificada a inclusão de uma província metalogenética em uma área de apenas 52.000 km<sup>2</sup>. Este fato ocorrerá mais vezes, com certeza, em outras regiões, sempre que unidades metalogenéticas situem-se em várias folhas ao milionésimo. No entanto, somente será descrita com detalhe, em cada caso específico, a porção da unidade metalogenética contida na Folha em pauta.

A Província Metalogenética Meio-Norte tem 700.000 km<sup>2</sup> de área, constituindo uma bacia intracratônica da Fase Geológica Fanerozóica das Coberturas Sedimentares não Dobradas. A porção desta província metalogenética contida na Folha SA.24 tem aproximadamente 8.000 km<sup>2</sup> de área.

Para uma melhor compreensão e descrição da porção desta província metalogenética contida na Folha em destaque, se fez necessário o conhecimento da unidade como um todo. Em virtude disto, procederam-se a reavaliação e reinterpretção, sob o ponto de vista metalogenético, de quase toda a bacia sedimentar, com enfoque especial na área que constitui sua continuidade no domínio da Folha SB.24, onde é mais representativa.

É provável que haja entre a "geologia metalogenética" e a geologia básica da bacia algumas diferenças. Isto não significa, absolutamente, que haja desacordo entre a geologia e a metalogenia. Simplesmente, tais diferenças refletem o fato de que os elementos metalogenéticos que devam ser salientados não serão necessariamente os mais importantes para a geologia básica. As mineralizações, via de regra, localizam-se em ambientes, fácies litológicas ou pequenas camadas que na escala de síntese de 1:1.000.000 não pesam na geologia regional como um todo.

Os estudos metalogenéticos desenvolvidos pelo Projeto RADAMBRASIL na região considerada abrangeram, mais estritamente, a região de domínio dos sedimentos clásticos inferiores da Bacia do Parnaíba, denominados de Formação Serra Grande.

Esta entidade geológica e metalogenética se constitui de um espesso pacote de sedimentos, predominantemente clástico, de granulometria extremamente variável com intercalações de pelitos, representados por argilitos e folhelhos.

A área de ocorrência destes sedimentos compreende toda a borda leste da bacia, tendo uma extensão aflorante de aproximadamente 750 km e largura média, também aflorante, de 50 km. Sua espessura é extremamente variável, indo de 15-20 m na região de Matriz, Folha SB.24, a 400 m na região norte de Viçosa do Ceará.

Dos trabalhos executados, principalmente aqueles desenvolvidos na porção da Província Metalogenética Meio-Norte abrangida pela Folha SB.24, resultaram algumas conclusões sobre a evolução da geologia histórica da Bacia do Parnaíba. Evolução essa, de fundamental importância para a metalogenia, no período compreendido entre a "época Serra Grande" e a "época Pimenteiros".

##### B) Ambientes deposicionais e paleogeografia

A primeira tentativa de elucidação dos ambientes deposicionais da Bacia do Parnaíba, incluindo o Grupo Serra Grande, foi feita por Carozzi *et alii* (1974/75).

O estudo paleoambiental por eles executado levou-os a definir, no tempo compreendido entre o Siluriano e o Carbonífero, um conjunto de "Deltas Coalescentes" os quais depositaram o Grupo Serra Grande e o Grupo Canindé. Afirmam aqueles autores que tais ambientes deposicionais são perfeitamente mapeáveis em toda a bacia, dentro do tempo geológico supracitado.

Os estudos efetuados pelo Projeto RADAMBRASIL, na zona oriental da entidade geológica-metalogenética em apreço, permitiram identificar quatro tipos de ambientes deposicionais na Formação Serra Grande, dois dos quais se encontram também na região da Folha SA.24.

Esses ambientes são os seguintes: Ambiente Continental Fluvial, Ambiente Marinho, Ambiente Lacustrino Salino-Continental e Ambiente Continental Tipo *Red Beds*.

O Ambiente Continental Fluvial só é seguramente caracterizado, no estágio atual de conhecimento, na porção periférica nordeste da Bacia do Parnaíba, ao longo de uma faixa contínua que se estende de Reriutaba e passa a oeste de Ipu, continuando até as proximidades do vilarejo de Matriz, Folha SB.24. Ao norte de Reriutaba a fácies litológica caracterizadora deste ambiente é pouco conhecida, tendo sido encontrada a oeste de Cariré. A partir deste local, para nordeste, ela foi totalmente erodida restando apenas o testemunho da serra de conglomerados de Santana do Acaraú. Esta serra tem comprimento de 35 km segundo a direção NE-SO e largura média de 5 km. A espessura média do pacote de conglomerado aflorante em todos os flancos da serra é de 50 m. Tais números indicam um volume da ordem de  $8,7 \times 10^9$  m<sup>3</sup> depositados somente neste pequeno compartimento da borda pretérita da bacia.

Esta faixa conglomerática com aproximadamente 170 km de comprimento, dos quais 80 km foram seguramente erodidos, marca e caracteriza o mais antigo ambiente fluvial da Bacia do Parnaíba. Os sedimentos nele depositados foram oriundos do "embasamento", do Grupo Martinópole e dos Grupos Ubajara e Jaibaras. É de se esperar, portanto, que o conteúdo metalogenético de cada uma daquelas entidades geológicas tenha, também, sido erodido e depositado, pelo menos em parte, nesses primitivos rios silurianos da bacia.

O Ambiente Marinho é o mais conhecido desta bacia sedimentar e o de maior extensão geográfica. Foi também o que depositou maior volume de sedimentos.

É, este ambiente, caracterizado por dois grandes mantos sedimentares, tendo o inferior uma espessura máxima de 250 m e o superior 200 m. Apresentam, ambos, uma impressionante regularidade lateral da litologia ao longo de seus 750 km de extensão.

A diferença fundamental entre esses dois mantos reside nos seus respectivos aspectos estratômicos. O manto sedimentar inferior é notoriamente mais maciço, com bancos de arenitos contínuos e homogêneos ao longo de até 50 m de espessura. Evidentemente, em determinados locais, na sua porção superior, há a formação de bancos menos espessos, interbancos e juntas.

O caráter estratômico descrito não é o geral para todo esse manto. A rigor, ele só é evidente em sua parte superior, evoluindo para delgados interbancos pelíticos, até se transformar completamente em um diastema. A partir daí, começa o segundo grande manto sedimentar de natureza marinha da Serra Grande.

O segundo manto identificado tem uma estratonomia diferente do primeiro. É melhor estratificado, possuindo vários bancos de 5 a 10 m de espessura, com numerosos interbancos pelíticos e alguns diastemas. Portanto, o que é regra para o segundo manto sedimentar é exceção para o primeiro. No topo deste segundo manto, os bancos não ultrapassam 2 m de espessura.

O comportamento diferente da estratonomia destes grandes mantos sedimentares reflete diferentes condições na sedimentação e constituição de seus elementos litológicos e estratigráficos.

O caráter maciço na estratonomia de qualquer seqüência sedimentar indica uma constante alimentação de sedimentos pela área fonte e a prevalência de um ambiente sedimentar sob regime físico hidrodinâmico de alta energia mecânica. A interrupção episódica deste regime é imediatamente marcada na estratonomia pela diminuição do aspecto maciço dos estratos e pela formação de juntas. Em casos especiais um interbanco pelítico pode significar uma queda no nível energético do ambiente hidrodinâmico do meio de sedimentação. No entanto, um interbanco pelítico nem sempre reflete uma diminuição da energia de sedimentação. É preciso um cuidado redobrado a fim de que não se venha a confundir um interbanco pelítico de baixa energia com um interbanco pelítico de alta energia.

Os significados genéticos desses dois tipos de interbancos pelíticos são completamente diferentes. Um interbanco pelítico de baixa energia marca sempre o fim de um "ciclo" sedimentar detritico, enquanto que um interbanco pelítico de alta energia, não.

A passagem do primeiro manto sedimentar para o segundo faz-se por um interbanco pelítico de baixa energia, que chega a evoluir para um diastema.

O manto sedimentar inferior é transgressivo e tem início com litologias diferentes. Na região de Viçosa do Ceará, ocorrem arenitos com pequenos níveis conglomeráticos. Entre Viçosa do Ceará e a região de São Benedito—Guaraciaba do Norte, Folha SB.24, o horizonte conglomerático desaparece, voltando a aparecer na região de Ipu. Nesta área, Folha SB.24, a espessura do conglomerado é maior, enquanto que a espessura do manto sedimentar como um todo é menor. Mais ao sul, o conglomerado novamente desaparece e o manto sedimentar diminui ainda mais de espessura.

Os fatos destacados acima indicam que durante a deposição deste manto sedimentar a área menos profunda situava-se entre Matriz e Ipu, Folha SB.24. Deste local para norte, passando por Viçosa do Ceará, o ambiente de sedimentação era mais profundo ou teve um índice progressivo de afundamento maior que o da região Matriz—Ipu.

O mesmo comportamento na espessura desse manto sedimentar verificado ao longo da direção N-S existe segundo a direção E-O, ou seja, diminui de N para S e de E para O.

É evidente, portanto, que na época de deposição do primeiro manto sedimentar marinho da Serra Grande, do lado oriental da bacia, havia apenas uma "pequena bacia intracratônica", estreita e alongada segundo NE-SO, mais profunda a N e mais rasa a S.

Uma coincidência espacial é verificada entre as maiores espessuras da Serra Grande e a região compreendida entre as zonas de falhamentos de Sobral—Pedro II e Ibugaçu. É provável que tal região, ativa no Proterozóico, tenha subsido no Fanerozóico, iniciando todo o processo tectônico que originou a Bacia Sedimentar do Parnaíba e que o seu estágio inferior tenha se dado em *grabens* restritos e não em ambiente tectônico de subsidência ampla.

A evolução processada só se estabeleceu nesta bacia a partir da "época Pimenteiras, através de uma transgressão marinha ampla, recobrando com grande *overlap* a própria Serra Grande. A partir daquela "época" o mar regrediu até abandonar toda a região da bacia. Portanto a grande transgressão marinha desta bacia não se realizou na "época Serra Grande" e sim na "Pimenteiras"

Os Ambientes Lacustrino Salino-Continental e o Continental Tipo *Red beds* foram identificados na porção superior da Formação Serra Grande entre Arendá e os contrafortes da serra da Can-galha. Por se encontrarem incluídos totalmente no domínio da Folha SB.24, reservamos sua descrição para o relatório referente àquela Folha.

Outras conclusões tiradas destes estudos dizem respeito ainda à paleogeografia da Bacia do Parnaíba nesta região. A revisão de alguns furos de sonda, a reinterpretção da geologia ambiental

através de imagens de radar e o mapeamento de campo permitiram concluir que a Bacia do Parnaíba estendia-se para além do seu limite oriental atual e que a sua escarpa leste se encontra hoje onde se situava na "época Serra Grande" uma das áreas mais ativamente subsidentes da bacia.

As justificativas para estas idéias são as seguintes:

— a leste da borda oriental da bacia em Santana do Acaraú, ocorre, separado por erosão, um testemunho da Serra Grande, indicando que originalmente a bacia avançou no mínimo até esta área. A natureza petrográfica da rocha é conglomerático-polimítica, com espessura mínima de 50 m. Sinais de estratificação cruzada unidirecional de baixo ângulo comprovam a natureza ambiental desta rocha como sendo fluvial. Trata-se portanto de um seguro indício da pretérita localização da borda da bacia a 95 km da borda erosiva atual;

— a Formação Serra Grande é mais espessa exatamente na região onde hoje se encontra a borda da bacia, diminuindo gradativamente para oeste em direção ao, erroneamente, pressuposto de po-centro. Este fato é claro e irrefutável. E, com base nele, principalmente, conclui-se que a zona mais profunda da Bacia do Parnaíba, na "época Serra Grande", se encontrava onde atualmente é sua borda oriental; e

— a migração do *front* deposicional não ocorreu de leste para oeste e, sim, de sul para norte. Tal migração contínua ao longo do tempo deixou bem marcada sua trajetória em forma de "mantos sedimentares" que se superpõem com *offlap* desde a região de Viçosa do Ceará—São Benedito—Guaraciaba do Norte—Poranga—Cacimbinhas (2.º manto sedimentar), passando por Croatá—Barro do Sotero—Cruz—Guaribas (3.º manto sedimentar), terminando com o de Teteú—Bom Princípio—São Gonçalo (4.º manto sedimentar), refletindo com clareza a regressão da Formação Serra Grande nesta região.

### C) Considerações sobre a metalogenia da Província

A metalogenia da Bacia do Parnaíba é pouco conhecida e somente nestes últimos cinco anos se começou a estudar suas possibilidades metalogenéticas, sem contudo caracterizá-la em seu todo como uma unidade metalogenética.

Farina (1977) realizou uma síntese sobre o "Prognóstico Metalogenético das Seqüências Sedimentares do Nordeste Brasileiro", de âmbito global, porém enfocando, dentre outras, esta entidade geológico-metalogenética. Neste trabalho o autor tece considerações sobre "duas grandes fases de sedimentação intracratônica" caracterizando-as e apresentando um prognóstico das possibilidades potenciais de mineralizações, voltado essencialmente para fins econômicos.

Posteriormente, Lima *et alii* (1977) realizam um estudo regional sobre os recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Discorrem estes autores sobre a evolução da bacia mostrando uma correspondência entre quatro ciclos cronoestratigráficos e as unidades geotectônicas. Apresentam um "Mapa de Prognóstico Metalogenético" utilizando conceitos da metalogenia de base e da metalogenia previsional, indicando "áreas favoráveis e prioridades metalogenéticas"

Os critérios que regem o desenvolvimento da pesquisa metalogenética são muitos e variam conforme a natureza geológica da região estudada.

No caso da Bacia do Parnaíba, definida e caracterizada taxonômica e hierarquicamente, neste trabalho, como Província Metalogenética Meio-Norte, os estudos metalogenéticos realizados em sua porção contida na Folha SA.24, tiveram por base fundamentalmente a interpretação de sua evolução geológico-histórica, seus ambientes deposicionais, sua paleogeografia, sua natureza litológica, além de indícios de mineralizações verificados.

Dada a essência dos fatos geológicos utilizados no estudo metalogenético desta unidade, aliada aos conceitos filosóficos que re-



gem este estudo, a pesquisa metalogenética realizada na área ora abordada é essencialmente de caráter previewal.

A primeira área de potencialidade metalogenética identificada nesta parte da província diz respeito à faixa conglomerática basal de natureza continental fluvial, anteriormente definida. Considerando os indícios auríferos aí encontrados, sua natureza litológica, o ambiente deposicional e o volume da ordem de  $8,5 \times 10^9 \text{ m}^3$ , volume este somente do testemunho da serra de Santana do Acaraú, torna-se evidente a sua importância metalogenética.

Uma segunda área com possibilidade de conter mineralizações de natureza aurífera foi identificada na borda oriental atual da bacia, desde a região de Viçosa do Ceará, ao norte, passando por Acarape e continuando na Folha SB.24, região de São Benedito, Guaraciaba do Norte e Poranga. Também esta identificação de área foi baseada nos fatos anteriormente expostos.

Próximo à localidade de Padre Vieira, a 25 km oeste de Viçosa do Ceará, foram observados indícios de mineralizações uraníferas em arenitos da Formação Serra Grande.

Os fatores, conteúdo litológico, espessura dos sedimentos notadamente reduzida, refletindo condições paleoambientais, propícios ao desenvolvimento de mineralizações dessa natureza mineralógica, atestam previewalmente suas possibilidades metalogenéticas.

Nas proximidades da cidade de Piracuruca, PI, foram determinadas pontuações de pirita e calcopirita numa estreita seqüência de siltitos micáceos cinza, em domínio da Formação Cabeças. Do ponto de vista da metalogenia previewal, estes indícios são certamente importantes pois indicam o início de uma possível deposição de sulfeto sedimentar em zonas mais interiores desta unidade metalogenética.

No extremo oeste da Folha, foi selecionada uma área com possibilidades de conter mineralizações de opala, dados os fatores condicionantes desta mineralização conhecidos na Folha SB.24. Admite-se, até o momento, que as ocorrências de opala, ora conhecidas naquela região, estejam condicionadas às intrusões de diabásios nos arenitos da Formação Cabeças.

No decorrer dos estudos efetuados nesta parte da Província Metalogenética Meio-Norte, foi verificada uma área caracterizada pela ocorrência de uma "couraça laterítica" de considerável extensão horizontal. Essa "couraça" dominante em áreas de predominância da Formação Cabeças é caracterizada por um arenito escuro, quartzoso, consolidado por epigênese, parecendo ser o cimento de natureza ferromanganesífera.

A formação dessa "couraça" é tipicamente de origem supérgena e parece ser controlada principalmente pelo regime hidrodinâmico das águas de subsuperfície desta bacia. A circulação interna da água nas litologias dessa formação dissolveu, remobilizou e reconcentrou os elementos menores conhecidos nos arenitos, de modo a constituir um nível específico metalogeneticamente anômalo dentro dessa própria unidade litoestratigráfica. Neste nível foi diferenciado um enriquecimento supérgeno de ferro, de manganês e possivelmente de cobre.

Os processos responsáveis pela formação deste nível ferromanganesífero e, possivelmente cuprífero, são sem nenhuma sombra de dúvida deutógenos e fazem parte de uma "Possível Fase Metalogenética Exógena Superimposta" pós-paleozóica, até hoje ainda não determinada nem conhecida nesta região.

#### 1.2.4.1.2 — Distrito Metalogenético Litorâneo Cearense

Esta é a segunda maior unidade metalogenética determinada na região da Folha SA.24.

Compreende uma superfície da ordem de 9.000 km<sup>2</sup> cujo comprimento é aproximadamente vinte vezes sua largura média.

Estende-se paralelamente ao bordo do continente tendo continuidade já comprovada fora do limite desta Folha, penetrando na Folha SB.24.

A largura desta unidade metalogenética é variável. Do meridiano 38°15' até o rio Curu ela tem, aproximadamente, 10 km de lar-

gura média. Do rio Curu para oeste ela aumenta gradativamente atingindo um máximo de 45 km na altura do meridiano 40°. A partir daí sua largura volta a decrescer atingindo na zona de falha de Jaguarapi cerca de 10 km. Para oeste torna-se marcadamente irregular até seu limite ocidental no meridiano 41°30'. Neste trecho sua largura média é de aproximadamente 25 km.

Os jazimentos minerais desta unidade metalogenética situam-se na faixa sedimentar costeira, principalmente no domínio geológico dos sedimentos do Grupo Barreiras. Encontra-se, todavia, também abaixo deste grupo e acima de calcários correlatos da Formação Pirabas, assim como intercalado na base de algumas dunas vivas e, conseqüentemente, acima do Grupo Barreiras. A drenagem principal da área (rios Acaraú, Curu, São Gonçalo) corta a unidade metalogenética.

Chama-se a atenção para o fato das dunas vivas, mais inferiores, em seu avanço sobre o continente, recobrem jazimentos diatomíferos, o que sugere a possibilidade de existência de jazimentos de diatomito fósseis sob o capeamento eólico de dunas.

A unidade metalogenética, como um todo, está situada no domínio tectônico das bacias costeiras pericratônicas. Seus jazimentos minerais e seus campos metalogenéticos, *ore fields*, parecem, no entanto, ser independentes de fatores geológicos e tectônicos locais, estando relacionados mais estreitamente a elementos geomorfológicos e a fatores físico-químicos e climatológicos que, quando convergentes, favorecem o desenvolvimento de ambientes aquosos lagunares e de baixadas inundadas, semelhantes a pequenos pântanos, nos quais se dá a acumulação do diatomito.

Os jazimentos e os campos metalogenéticos maiores e mais importantes deste distrito estão, sem dúvida, relacionados a lagoas. No entanto, determinou-se que em alguns riachos há a formação de jazimentos, embora sejam sempre de volume menor, apesar de maior dimensão longitudinal de que os jazimentos lagunares. Existe ainda uma diferença de teor e qualidade dos jazimentos em função de seu ambiente, se lagunares ou fluviais: os lagunares são mais ricos em diatomito e têm menos impurezas.

Classificam-se os jazimentos, quanto ao ambiente, em lagunares e fluviais.

Dentro destes tipos definimos os seguintes subtipos de jazimentos, quanto à morfologia: lagunares circulares, lagunares amebóides, fluviais longitudinais e fluviais transversos.

Os jazimentos lagunares circulares são os mais importantes. As lagoas deste tipo são mais profundas e formam jazimentos sinformes nos quais os estratos sedimentares juntamente com a "mineralização" são inclinados nos bordos das lagoas e horizontais no centro. Esta inclinação é primária, sinsedimentar e atectônica, e reflete a forma original da *cuvete* do "substrato" na qual se deram a sedimentação e a formação do jazimento.

Dentre outros, são jazimentos deste tipo: Araçás, Porangabusu, Messejana, Opaio e Mato.

Os jazimentos de formato amebóide estão, em geral, ligados a lagoas menos profundas, de fundo chato, nas quais o desnível do centro para os bordos é menor do que nas lagoas formadoras de jazimentos circulares.

Este tipo de jazimento tem, normalmente, reserva menor e o minério propriamente dito é de qualidade inferior em virtude da maior quantidade de matéria orgânica e de areia fina com ele associado. A incidência de espongilitos é maior nos jazimentos lagunares amebóides de que nos circulares.

Exemplos de jazimentos circulares amebóides são os seguintes: Pau Pombo, Lagoa do Poço, Bananas, Cana Brava, Araçazinho e Juçara.

O terceiro tipo de jazimento identificado é o fluvial, classificado quanto à morfologia em fluvial retilíneo ou longitudinal, e fluvial transverso.

A caracterização de retilíneo ou longitudinal e transverso foi feita levando-se em consideração a posição da mineralização dentro do corpo fluvial.

O jazimento é retilíneo ou longitudinal quando sua maior dimensão acompanha a direção do riacho; é transverso quando sua forma é irregular mas tem a maior dimensão transversa ao curso do riacho. É raro este tipo de jazimento.

A caracterização fundamental dos jazimentos retilíneos é a grande extensão longitudinal e pequena espessura. Aliada a esta característica tem uma outra: a descontinuidade lateral da "mineralização" de forma que um jazimento tem vários corpos mineralizados, *ore bodies*, cuja largura é extremamente variada. Nos jazimentos lagunares este fato não ocorre; a mineralização é constituída por um *ore body* contínuo. Com respeito à qualidade do minério dos jazimentos aluvionares viu-se que, em relação aos jazimentos lagunares, é mais rico em matéria orgânica.

Os jazimentos do tipo transverso são raros. Ocorrem sempre nos baixos cursos dos riachos onde eles deságuam em um outro curso de água mais potente ou na área de interface das águas fluviais com águas salinas do mar.

O mecanismo de formação destes jazimentos é muito pouco conhecido para esta classe de minério. O comportamento no primeiro caso parece semelhante ao mecanismo de formação de *paystreaks* aluvionares no qual a mineralização se concentra devido a uma barreira formada no encontro das águas de uma corrente menos competente com uma de maior competência.

No segundo caso, encontro de águas fluviais com águas marinhas, o problema torna-se mais complexo pois além da barragem mecânica formada pelo encontro do rio-mar há a formação de uma franja físico-química de natureza subalcalina com pH capaz de dissolver a sílica que ali aportar. Tal fato talvez explique por que jazimentos diatomitíferos naquelas condições sejam raros já que o ambiente agiria, talvez, como um solvente da sílica, inibindo, portanto, a precipitação e a formação de jazimentos importantes.

Como jazimentos diatomitíferos fluviais, dentre outros, citamos: Trairussu, Encantada, Gargoe, José do Engenho, Grande do Beé e Grande.

O Distrito Diatomitífero é constituído de unidades metalogenéticas menores, os campos metalogenéticos, *ore fields*.

Foram definidos treze campos metalogenéticos: Campo Metalogenético Araçás, Campo Metalogenético Fortaleza, Campo Metalogenético Lagoa do Poço, Campo Metalogenético Gereraú, Campo Metalogenético Paracuru, Campo Metalogenético Miranda, Campo Metalogenético Tamanduá, Campo Metalogenético Bacumixá, Campo Metalogenético Malamba, Campo Metalogenético Cruxati, Campo Metalogenético Aracatiara, Campo Metalogenético Itarema e Campo Metalogenético Barroquinha.

#### A) Campo Metalogenético Araçás

Esta unidade metalogenética situa-se no extremo leste do Distrito Diatomitífero.

É formada por 14 jazimentos sendo um grande, três médios, cinco pequenos e cinco indícios.

A reserva deste campo metalogenético é de 531.670 m<sup>3</sup> de diatomito assim distribuída:

Jazimento dos Araçás	126.000 m <sup>3</sup>
Jazimento de Araçazinho	105.000 m <sup>3</sup>
Jazimento de Trairussu	75.000 m <sup>3</sup>
Jazimento de Lagoa de Cima	22.500 m <sup>3</sup>
Jazimento de Tapera	11.200 m <sup>3</sup>
Jazimento de Pau Pombo	54.000 m <sup>3</sup>
Jazimento de Pires	22.500 m <sup>3</sup>
Jazimento de Pataca	7.500 m <sup>3</sup>
Jazimento do Jucurutu	5.000 m <sup>3</sup>
Jazimento de Encantada	96.000 m <sup>3</sup>
Indício de Juçara	1.500 m <sup>3</sup>
Indício de Canas	1.500 m <sup>3</sup>
Indício de Abdon	970 m <sup>3</sup>
Indício de Machuca	3.000 m <sup>3</sup>

Neste campo metalogenético coexistem todos os tipos de jazimentos à exceção do tipo transverso.

#### I. Jazimento lagunar circular

O jazimento característico deste tipo, neste campo metalogenético, é o jazimento dos Araçás.

Sua mineralização é acamada, de formato lenticular, e com concavidade acentuada dando-lhe um caráter sinforme.

A espessura máxima do horizonte diatomitífero é de 3,80 m e a média de 1,15 m.

As características qualitativas deste jazimento são dadas na Tabela 1.XLVIII.

TABELA 1.XLVIII  
Análise química do Diatomito da Lagoa dos Araçás

AMOSTRA	GM-S-7a	GM-S-7b	GM-S-8a	GM-S-9a	GM-S-10a
ÓXIDOS					
SiO <sub>2</sub>	66,7	75,0	68,0	63,6	68,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,0	5,2	7,5	4,9	6,4
CaO	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3
MgO	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
TiO <sub>2</sub>	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3
P.F.	27,9	17,9	22,6	29,4	22,8
Soma	100,1	99,7	99,8	99,5	99,5

Fonte: Moraes & Silva Prado (1974).

O estudo e a interpretação destes dados de análises químicas do minério permitiram que se chegasse a uma definição de sua composição química média.

O minério é constituído de três classes de componentes: umidade, matéria orgânica e hidroxilas das argilas, que na análise química são reveladas na forma de Perda ao Fogo; argilas, quimicamente ressaltadas na forma de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO e TiO<sub>2</sub>; e sílica existente como frústulas e carapaças de diatomáceas e quartzo terrígeno, dada quimicamente na forma de SiO<sub>2</sub>.

Separados e identificados os componentes do minério, determinaram-se sua composição química média e sua composição mineralógica:

— Composição química média

SiO <sub>2</sub>	68.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.6
M.O.	24.1

— Composição mineralógica

% argila	24,0
% diatomito-areia	55,0
% matéria orgânica	21,0

#### II. Jazimentos lagunares amebóides

Este tipo de jazimento predomina neste campo metalogenético.

Sua mineralização também é acamada lenticular, tendo no entanto, em seção vertical, um perfil pouco côncavo, quase horizontal.

Os jazimentos deste tipo são os seguintes: Jazimento do Pires, Jazimento de Pau Pombo, Jazimento de Araçazinho, Jazimento de Juçara, Jazimento de Tapera e Jazimento de Pataca.

A característica fundamental do minério dos jazimentos amebóides é a presença de um maior teor de matéria orgânica em relação ao minério de jazimentos circulares.

### III. Jazimentos fluviais retilíneos longitudinais

Neste campo metalogenético foram definidos dois jazimentos fluviais retilíneos longitudinais: o jazimento Trairussu e o jazimento de Encantada.

O jazimento Trairussu ocorre no riacho homônimo, desenvolvido ao longo do comprimento do curso do riacho.

A mineralização tem um comprimento de aproximadamente 5 km e uma largura aproximada de 50 m. A espessura do horizonte diatomífero é bastante variável indo de 0,60 m até 3,50 m.

No baixo curso do rio Trairussu, e sua desembocadura, há a formação de um pequeno jazimento irregular com dimensões aproximadas de 250 x 100 m estando a maior dimensão em discordância com a direção geral do eixo do riacho. Este pequeno jazimento não foi individualizado como transversal em virtude de constituir apenas uma variação local do jazimento Trairussu.

Este fato vem mostrar as dificuldades que se enfrentam numa classificação e mostra que não se pode ater, com rigidez, a modelos inflexíveis e simples por haver na natureza, com frequência, os tipos e subtipos de características intermediárias.

O outro jazimento fluvial retilíneo longitudinal deste campo metalogenético, jazimento de Encantada, é semelhante ao anterior tendo porém dimensões menores.

Apresenta uma extensão mineralizada de aproximadamente 4 km, uma largura média de 30 m e espessura variando de 4 m a 0,50 m.

Outra característica deste tipo de jazimento, tanto um como o outro, é uma descontinuidade da mineralização horizontal e verticalmente, em virtude da ocorrência persistente de camadas e bancos de areia.

#### B) Campo Metalogenético Fortaleza

Este campo metalogenético é separado do anterior por uma área não mineralizada.

O Campo Metalogenético Diatomífero Fortaleza é formado por 20 jazimentos cuja reserva total atinge a ordem de  $4,8 \times 10^6$  m<sup>3</sup>.

Segundo o grau de importância foram classificados: um jazimento grande — Porangabussu; dois jazimentos médios — Messejana e Fortaleza; seis jazimentos pequenos — Parangaba, Opaio, Tacaca, Mato e Muristipuí; e doze indícios — Coaçu, Maraponga, Eusébio, Redonda, Cocorote, Taperoaba, Pássaros, Palpina, Parnamirim e Jandaia.

Eis os jazimentos com suas respectivas reservas:

Porangabussu .....	145.000 m <sup>3</sup>
Messejana .....	115.000 m <sup>3</sup>
Fortaleza .....	72.000 m <sup>3</sup>
Parangaba .....	31.000 m <sup>3</sup>
Opaio .....	24.200 m <sup>3</sup>
Tacaca .....	30.000 m <sup>3</sup>
Tapuio .....	10.500 m <sup>3</sup>
Mato .....	8.000 m <sup>3</sup>
Muristipuí .....	30.400 m <sup>3</sup>
Coaçu .....	4.700 m <sup>3</sup>
Maraponga .....	2.640 m <sup>3</sup>
Eusébio .....	2.500 m <sup>3</sup>
Itaitinga—Camarão .....	4.400 m <sup>3</sup>
Redonda .....	1.350 m <sup>3</sup>
Cocorote .....	650 m <sup>3</sup>
Taperoaba .....	430 m <sup>3</sup>
Pássaros .....	—
Palpina .....	—
Parnamirim .....	—
Jandaia .....	120 m <sup>3</sup>

Todos os jazimentos deste campo metalogenético são de ambiente lagunar, e quanto à forma podem ser considerados circulares.

Variação deste padrão encontra-se no jazimento Tapuio, cuja forma é mais elipsoidal. Considerando que suas características litológicas são as mesmas dos jazimentos circulares preferiu-se não colocar mais um tipo e enquadrar os jazimentos elípticos no tipo circular.

#### C) Campo Metalogenético Lagoa do Poço

O Campo Metalogenético Lagoa do Poço é também separado do Campo Metalogenético Fortaleza por nova área estéril sem nenhum jazimento conhecido.

É formado predominantemente por jazimentos lagunares amebóides.

Os jazimentos, quanto à importância, são: um grande — Bananas; dois médios — Araticuba e Tapacaru; seis pequenos — Damião, Tanupaba, Genipabu, Pajuçara, Sucurijubinha e Poço; e dois indícios — Porcos e Pabussu.

A reserva total deste campo metalogenético é da ordem de  $1,2 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de diatomito assim distribuídos:

Bananas .....	820.000 m <sup>3</sup>
Araticuba .....	80.000 m <sup>3</sup>
Tapacaru .....	60.000 m <sup>3</sup>
Damião .....	55.000 m <sup>3</sup>
Tanupaba .....	53.000 m <sup>3</sup>
Genipabu .....	45.000 m <sup>3</sup>
Pajuçara .....	32.000 m <sup>3</sup>
Sucurijubinha .....	27.300 m <sup>3</sup>
Poço .....	7.120 m <sup>3</sup>
Porcos .....	—
Pabussu .....	—

Neste campo metalogenético os jazimentos amebóides predominam e se constituem nos de maior importância quanto à reserva do campo. Da reserva total de 1.179.420 m<sup>3</sup> de diatomito 987.120 m<sup>3</sup> encontram-se em jazimentos amebóides. O restante é formado por jazimentos circulares.

O jazimento de Sucurijubinha difere dos tipos lagunares circulares e amebóides. Ele é de ambiente lagunar apresentando, no entanto, a forma alongada.

O estudo qualitativo do minério de alguns jazimentos mostrou que o jazimento de Araticuba é o melhor, seguindo-se-lhe o de Tanupaba, depois o de Bananas e finalmente o de Sucurijubinha como o de qualidade inferior.

#### D) Campo Metalogenético Gereraú

Este campo metalogenético dista do Campo Metalogenético Lagoa do Poço aproximadamente 8 km. Neste intervalo constitui-se uma outra área estéril sem nenhum jazimento mineral.

O Campo Metalogenético Gereraú é constituído de sete jazimentos cuja reserva total é de 142.930 m<sup>3</sup>.

A classificação quanto à importância dos jazimentos deste campo nos permite classificá-los na categoria de pequenos jazimentos. Eis-los:

Acende Candeia .....	43.900 m <sup>3</sup>
Tucum .....	36.800 m <sup>3</sup>
Bolsas .....	15.500 m <sup>3</sup>
Eganambi .....	15.000 m <sup>3</sup>
São Gregório .....	15.400 m <sup>3</sup>
Mundo Novo .....	10.430 m <sup>3</sup>
Slupé .....	5.900 m <sup>3</sup>

Os tipos de jazimentos deste campo metalogenético são: lagunares circulares, lagunares amebóides e fluviais longitudinais.

### I. Jazimento lagunar circular

Foi determinado apenas um jazimento deste tipo, o jazimento Mundo Novo.

Trata-se de um jazimento pequeno cuja mineralização é acamada e lenticular, tendo uma espessura máxima de 1,40 m.

O diatomito é argiloso, tendo a camada a característica concavidade acentuada com feição sinformal.

Sua reserva total é de 10.430 m<sup>3</sup> de diatomito.

### II. Jazimentos lagunares amebóides

Este tipo de jazimento é o predominante neste campo metalogenético. Da reserva do campo, mais de 75% estão representados por jazimentos lagunares amebóides.

Estes jazimentos caracterizam-se por apresentarem a camada mineralizada menos côncava quando comparadas com os jazimentos lagunares circulares.

Os jazimentos amebóides deste campo são os seguintes: Acende Candeia, Tucum, Bolsas e Eganambi.

### III. Jazimentos fluviais longitudinais

Foram identificados dois jazimentos deste tipo: São Gregório e Siupé. Eles estão localizados nas cabeceiras de pequenos cursos de água e têm a maior dimensão da área mineralizada dirigida segundo a direção do leito dos riachos.

O jazimento São Gregório tem uma reserva quase três vezes maior do que o de Siupé e sua espessura máxima é três vezes e meia a de Siupé, 1,40 m e 0,40 m, respectivamente. O porquê destas diferenças para jazimentos de um mesmo tipo ainda é pouco definido.

### E) Campo Metalogenético Paracuru

Este campo metalogenético é definido por três jazimentos, sendo dois grandes e um pequeno.

O maior deles é o jazimento Cana Brava, seguindo-se em importância o jazimento da lagoa dos Porcos e finalmente o jazimento de lagoa de Dentro.

A reserva total do campo metalogenético é 530.000 m<sup>3</sup>, cuja distribuição por jazimento é a seguinte:

Cana Brava .....	330.000 m <sup>3</sup>
Lagoa dos Porcos .....	176.000 m <sup>3</sup>
Lagoa de Dentro .....	24.000 m <sup>3</sup>

Os tipos de jazimentos deste campo são: lagunares amebóides e fluvial longitudinal.

### I. Jazimentos lagunares amebóides

Os jazimentos deste tipo são os de lagoa dos Porcos e lagoa de Dentro. Juntos perfazem um total de reservas de 200.000 m<sup>3</sup>, o que corresponde a aproximadamente 38% da reserva total do campo metalogenético.

O jazimento de lagoa dos Porcos, o maior dentre estes, é constituído por uma camada de diatomito lenticular, capeada por um horizonte de argila plástica cinza-escuro e sobreposta a uma seqüência areno-argilosa rítmica de coloração cinza-claro com menos teor de matéria orgânica.

O jazimento de lagoa de Dentro é constituído por uma camada de diatomito, também lenticular, com uma espessura de 0,80 m.

A camada diatomitífera é subaflorante, tem coloração cinza-claro e repousa sobre uma seqüência areno-argilosa.

A espessura média da mineralização é de 0,40 m.

### II. Jazimento fluvial longitudinal

A este tipo pertence o jazimento da lagoa de Cana Brava. É portanto inadequado chamá-lo de lagoa.

Este jazimento é formado num talvegue raso e extenso do curso superior de um riacho.

A extensão da área mineralizada é de aproximadamente 1.000 m e sua direção concorda com a direção geral do leito do riacho. Sua largura é variável indo de 150 até 300 m.

A mineralização é constituída de lentes de diatomito cujas espessuras variam de 1 a 3,50 m.

Intercaladas na mineralização ocorrem camadas de argila rica em matéria orgânica com espessura de até 0,50 m.

A reserva deste jazimento corresponde a 62% da reserva do campo metalogenético.

Esta unidade metalogenética é seccionada pela "Unidade Metalogenética Aluvionar Rutífera Rio Curu".

### F) Campo Metalogenético Miranda

Este campo metalogenético é formado por quatro jazimentos, sendo um médio e três pequenos.

O maior dentre eles é o jazimento da lagoa das Quintas, seguindo-se o da lagoa dos Espinhos, depois o de Jataí e finalmente o da lagoa do José.

A reserva total deste campo metalogenético é de 179.400 m<sup>3</sup> de diatomito com a seguinte distribuição por jazimento:

Quintas .....	98.900 m <sup>3</sup>
Espinhos .....	38.000 m <sup>3</sup>
Jataí .....	30.000 m <sup>3</sup>
José .....	12.500 m <sup>3</sup>

Neste pequeno campo metalogenético encontram-se três tipos de jazimentos: o tipo lagunar circular, o tipo lagunar amebóide e o tipo fluvial longitudinal.

### I. Jazimento lagunar circular

A este tipo pertence o jazimento da lagoa das Quintas.

Ele é constituído por uma camada de diatomito lenticular com uma espessura média de 0,90 m.

O horizonte diatomitífero é capeado por um delgado nível de argila cinza-escuro e repousa sobre uma camada de areia argilosa cinza-claro.

Este jazimento contém 55% da reserva total do campo metalogenético.

### II. Jazimentos lagunares amebóides

Foram classificados como jazimentos lagunares amebóides neste campo metalogenético os jazimentos da lagoa dos Espinhos e da lagoa do José.

O jazimento da lagoa dos Espinhos é constituído de uma camada lenticular esbranquiçada de diatomito, cuja espessura máxima em sua porção central atinge 1,50 m.

Este jazimento praticamente não tem *overburden*. Repousa a camada mineralizada sobre areias finas a médias bem selecionadas pertencentes a dunas fósseis.

O jazimento da lagoa do José é formado por uma camada lenticular de diatomito cuja espessura média é de aproximadamente 0,50 m. A cobertura de estéril é praticamente nula.

O horizonte mineralizado tem como substrato areias grosseiras, quartzosas, eólicas, pertencentes ao cordão de dunas fósseis.

A soma das reservas destes dois jazimentos corresponde a aproximadamente 28% da reserva total do campo metalogenético.

### III. Jazimento fluvial longitudinal

Este terceiro tipo de jazimento diatomífero é encontrado neste campo no jazimento de Jataí.

Trata-se de um "corpo" mineralizado alongado, com sua maior dimensão na mesma direção do curso de um riacho.

A mineralização é constituída por uma camada de diatomito cuja espessura na zona de maior potência é de 1,50 m.

Sua reserva de 30.000 m<sup>3</sup> corresponde a 17% da reserva do campo metalogenético.

#### G) Campo Metalogenético Tamandua

Esta unidade metalogenética é constituída de seis jazimentos diatomíferos.

Segundo a escala de classificação quanto à importância em tamanho, reserva, aqui considerada, os jazimentos deste campo são de dois tipos: jazimento médio — Marrecas; e jazimentos pequenos — Barbatana, Lagoa da Luz, Inácio, Lagoa Seca e Batalha.

A reserva total deste campo metalogenético é da ordem de 1,8x10<sup>5</sup> m<sup>3</sup> de diatomito assim distribuídos por jazimento:

Marrecas .....	60.500 m <sup>3</sup>
Barbatana .....	40.000 m <sup>3</sup>
Lagoa da Luz .....	22.500 m <sup>3</sup>
Inácio .....	17.500 m <sup>3</sup>
Lagoa Seca .....	24.700 m <sup>3</sup>
Batalha .....	14.000 m <sup>3</sup>

Quanto ao ambiente de deposição e à forma, os jazimentos deste campo são de dois tipos: lagunar circular e fluvial longitudinal.

#### I. Jazimentos lagunares circulares

A este tipo pertencem os jazimentos de Marrecas, Barbatana, Lagoa da Luz, Inácio e Batalha.

O jazimento de Marrecas, o maior deste campo, é constituído por uma camada de diatomito com espessura média da ordem de 1 m. A camada mineralizada, lenticular, tem coloração cinza-claro e tem como substrato sedimentos do Grupo Barreiras.

O jazimento de Barbatana é formado por uma camada diatomitífera com espessura de 1 m, apresentando intercalações delgadas de argila escura com matéria orgânica. A coloração do horizonte mineralizado é cinza e repousa sobre sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras.

O jazimento da lagoa da Luz tem as mesmas características do jazimento de Marrecas. A camada diatomitífera não tem intercalação de argilas orgânicas e a coloração é, também, cinza-claro. Tem no entanto a espessura menor atingindo no máximo 1 m. O horizonte mineralizado repousa em sedimentos do Grupo Barreiras.

O jazimento do Inácio difere do jazimento da lagoa da Luz e mostra similitudes com o de Barbatana.

A mineralização é constituída de uma camada lenticular diatomitífera com espessura de 1 m e contendo intercalações de níveis delgados de argila orgânica. A coloração do horizonte mineralizado é cinza-claro e repousa em sedimentos areno-argilosos também do Grupo Barreiras. Entre os sedimentos deste grupo e o horizonte mineralizado, ocorre na porção central da mineralização uma lente de argila cinza-esverdeado não encontrada em nenhum outro jazimento deste campo metalogenético.

O quinto jazimento lagunar do campo é o de Batalha. É o de menor reserva e se caracteriza por apresentar uma camada lenticular diatomitífera com espessura máxima, no centro da lagoa, de 0,80 m. Seu substrato é o Grupo Barreiras.

A soma das reservas dos jazimentos do tipo lagunar circular é de 154.500 m<sup>3</sup>, o que corresponde a 86% da reserva do campo metalogenético.

### II. Jazimento fluvial longitudinal

A este tipo pertence o jazimento chamado corretamente de Lagoa Seca. Evidentemente o termo "lagoa" é aqui inadequado, uma vez que ele é formado no leito de um riacho vivo.

A mineralização é constituída de um corpo estratiforme acamado e lenticular alongado, tendo a maior dimensão dirigida segundo o leito do curso d'água.

A espessura do horizonte mineralizado é da ordem de 1 m. As impurezas de argila e matéria orgânica deste jazimento são maiores de que nos jazimentos lagunares circulares deste campo metalogenético.

A reserva deste jazimento corresponde a 14% da reserva total do campo.

#### H) Campo Metalogenético Bacumixá

O Campo Metalogenético Diatomífero Bacumixá é um dos menores dentro do Distrito Diatomífero.

É ele constituído por três jazimentos pequenos: o jazimento do Cajazeiras, o jazimento de Bacumixá e o jazimento de Carás, sendo que para este último não se tem reserva quantificada.

A reserva deste campo metalogenético é de 52.500 m<sup>3</sup> de diatomito com probabilidade de aumento com a reserva do jazimento de Carás.

A distribuição das reservas por jazimento é a seguinte:

Cajazeiras .....	36.000 m <sup>3</sup>
Bacumixá .....	16.500 m <sup>3</sup>
Carás .....	desconhecida

Estes jazimentos, quanto ao ambiente de deposição e à forma, são todos lagunares amebóides.

O jazimento de Cajazeiras é formado por uma camada lenticular de diatomito com espessura máxima, no centro, de 0,80 m. O horizonte mineralizado é praticamente livre de matéria orgânica e não tem intercalações argilosas.

Este jazimento é formado sobre sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras.

O jazimento de Bacumixá é duas vezes menor que o de Cajazeiras.

É constituído por uma camada lenticular diatomitífera cuja espessura máxima no centro da lagoa é de 0,60 m. A parte basal do horizonte mineralizado apresenta intercalações argilosas com pouca matéria orgânica.

O jazimento é formado, também, sobre o Grupo Barreiras.

#### I) Campo Metalogenético Diatomífero Malamba

Este campo metalogenético é constituído de quatro jazimentos cuja classificação por tamanho é a seguinte: um jazimento grande — Malamba; dois jazimentos pequenos — Tanques e Poeiras e o jazimento da lagoa dos Paus, cuja reserva é desconhecida. Considerando as pequenas dimensões deste jazimento, classificou-se como indício inferindo para ele uma reserva inferior a 5.000 m<sup>3</sup> de diatomito.

A reserva deste campo metalogenético, não considerando o jazimento de lagoa dos Paus, é de 329.000 m<sup>3</sup>, tendo a seguinte distribuição por jazimento:

Malamba .....	265.000 m <sup>3</sup>
Tanques .....	50.000 m <sup>3</sup>
Poeiras .....	14.000 m <sup>3</sup>
Lagoa dos Paus .....	desconhecida

Todos os jazimentos deste campo são lagunares circulares.

O jazimento Malamba é constituído por uma camada diatomitífera de cor cinza-claro com máxima espessura, no centro da lagoa, de 1 m.



A mineralização comporta delgados leitos interestratificados de argila escura que na base do horizonte diatomífero se espessa chegando a atingir 0,30 m. Sob esta camada argilosa encontram-se sedimentos do Grupo Barreiras.

O jazimento de Tanques difere do anterior por se encontrar numa lagoa rasa na qual o teor em sílica terrígena é mais alto.

A mineralização é constituída de uma lente de diatomito acamada, com espessura máxima, no centro do jazimento, de 1 m.

A composição química média deste jazimento, calculada com base em cinco análises, é a seguinte:

SiO <sub>2</sub> .....	77,8%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,1%
Matéria orgânica .....	11,3%

Com base nestas mesmas cinco análises químicas foi determinada sua composição mineralógica:

Argila .....	33%
Quartzo detrítico + diatomáceas .....	59%
Matéria orgânica .....	8%

O jazimento de Poeiras é formado numa lagoa circular rasa e é caracterizado por uma camada lenticular de diatomito com espessura máxima de 0,80 m.

A base do horizonte mineralizado é constituído por um nível, com 0,20 m de espessura, de diatomito rico em espongilitos de cor rosa-claro. Este horizonte apresenta também um elevado teor em argila e matéria orgânica.

O minério deste jazimento é de qualidade superior ao de Tanques apresentando as seguintes características químicas e mineralógicas:

— Composição química

SiO <sub>2</sub> .....	81,6%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,1%
Matéria orgânica .....	11,0%

— Composição mineralógica

Argila .....	25,0%
Quartzo detrítico + diatomáceas .....	67,0%
Matéria orgânica .....	8,0%

J) Campo Metalogenético Cruxati

Este é o segundo maior campo metalogenético em reserva de diatomito deste distrito, sendo superado apenas pelo Campo Metalogenético Lagoa do Poço.

Ele é constituído por nove jazimentos cuja classificação por importância é a seguinte: cinco jazimentos grandes — Mercês, Grande, Salgado, Cedro, Lagoa de Dentro; um jazimento médio — Lagoa do Maranhão; e três jazimentos pequenos — Macacos, Estrelo e Pinheiro.

A reserva total deste campo metalogenético é de 1.063.500 m<sup>3</sup>, cuja distribuição por jazimento, em ordem decrescente de volume de minério, é a seguinte:

Mercês .....	295.000 m <sup>3</sup>
Grande .....	196.000 m <sup>3</sup>
Salgado .....	153.000 m <sup>3</sup>
Cedro .....	150.000 m <sup>3</sup>
Lagoa de Dentro .....	125.000 m <sup>3</sup>
Lagoa do Maranhão .....	100.000 m <sup>3</sup>
Macacos .....	22.500 m <sup>3</sup>
Estrelo .....	12.000 m <sup>3</sup>
Pinheiro .....	10.000 m <sup>3</sup>

Os jazimentos deste campo metalogenético foram classificados quanto ao ambiente de deposição e à forma do jazimento em lagunares circulares e lagunares amebóides.

O jazimento de lagoa Salgado é lagunar mas tem a forma transicional entre o circular e o amebóide. Considerando seu formato irregular, distinto do jazimento circular, preferimos considerá-lo dentro do tipo amebóide.

I. Jazimentos lagunares circulares

Dos nove jazimentos deste campo metalogenético sete pertencem ao tipo lagunar circular, sendo três grandes — Grande, Cedro e Dentro; um médio — Maranhão; e três pequenos — Macacos, Estrelo e Pinheiro.

O jazimento Grande é constituído por uma camada de diatomito, lenticular, com espessura máxima de 1,40 m no centro da lagoa. O horizonte mineralizado tem coloração cinza e repousa sobre areias brancas com matriz caulínica. Estas areias são consideradas como pertencentes ao Grupo Barreiras. A camada diatomífera tem poucas intercalações de leitos argilosos.

O jazimento de Cedro é de lagoa profunda e é constituído por uma camada diatomífera com espessura máxima, no centro da lagoa, de 1,50 m.

O horizonte mineralizado apresenta coloração branco-amarelada, com raras e delgadas intercalações de argila cinza e matéria orgânica.

A mineralização tem como substrato areias argilosas caulínicas brancas tidas como componentes do Grupo Barreiras.

O jazimento da lagoa do Maranhão é caracterizado por uma camada lenticular de diatomito cuja espessura máxima é de 1,60 m.

O horizonte mineralizado é de cor cinza contrastando com seu substrato esbranquiçado de natureza areno-argilosa. Esta seqüência vem sendo considerada como pertencente ao Grupo Barreiras.

O jazimento de lagoa dos Macacos mostra uma camada lenticular de diatomito com espessura máxima de 1 m na sua porção central.

O horizonte diatomífero é bastante argiloso com vários leitos escuros de argila e matéria orgânica.

A camada mineralizada repousa sobre areias grosseiras esbranquiçadas.

O jazimento de Estrelo é formado numa lagoa rasa e é constituído de uma delgada camada de diatomito cuja espessura máxima em sua zona central é de 0,30 m.

Este delgado horizonte diatomífero tem coloração cinza-claro e está sobre areias grosseiras brancas duvidosamente consideradas como pertencentes ao Barreiras.

O jazimento de Pinheiro também é de lagoa rasa. Sua mineralização é constituída por uma camada lenticular de diatomito que apresenta em sua porção central a espessura máxima de 0,50 m.

O horizonte diatomífero é cinza-claro com raras intercalações de argila e matéria orgânica.

O substrato da mineralização é constituído por argilas arenosas cinzentas. Na porção inferior destas argilas arenosas ocorre areia argilosa com seixos pequenos de quartzo atribuídos ao Grupo Barreiras.

As reservas dos jazimentos lagunares circulares deste campo metalogenético somam 615.500 m<sup>3</sup>, correspondentes a 58% da reserva total do campo.

II. Jazimentos lagunares amebóides

Os jazimentos deste tipo são, individualmente, neste campo metalogenético, os de maiores reservas.

O jazimento de Mercês tem 295.000 m<sup>3</sup> de diatomito e é formado por uma camada com 1 m de espessura continuamente desenvolvida por quase toda a superfície da lagoa. A morfologia quase *flat* do seu substrato permitiu a acumulação do horizonte diatomífero com uma impressionante homogeneidade na espessura.

A camada mineralizada tem em sua porção basal um nível de 0,20 m de material orgânico argiloso.

Este jazimento é formado sobre sedimentos arenosos de dunas fósseis.

O jazimento de lagoa Salgado constitui-se de uma camada diatomitífera com espessura máxima de 1,50 m.

O horizonte mineralizado tem cor cinza-claro e é portador de pouco material argiloso e orgânico.

O perfil vertical deste jazimento difere do anterior pela acentuada concavidade da camada diatomitífera, fato este condicionado pela maior profundidade desta lagoa.

A reserva de 153.000 m<sup>3</sup> deste jazimento o inclui na classe dos jazimentos grandes.

O total das reservas destes jazimentos lagunares amebóides corresponde a 42% da reserva deste campo metalogenético.

#### L) Campo Metalogenético Aracatiara

Este campo metalogenético é constituído por cinco jazimentos dos quais um é grande — jazimento de Cachimbo; um médio — jazimento de Capeba; e os três outros pequenos — jazimento de Feia, São Vicente e Jardim.

A reserva total deste campo é de 384.000 m<sup>3</sup> cuja distribuição por jazimento é a seguinte:

Cachimbo .....	192.000 m <sup>3</sup>
Capeba .....	78.000 m <sup>3</sup>
Feia .....	55.000 m <sup>3</sup>
São Vicente .....	33.000 m <sup>3</sup>
Jardim .....	26.000 m <sup>3</sup>

Os jazimentos deste campo quanto ao ambiente de deposição e à forma foram classificados em lagunar circular e fluvial longitudinal.

#### I. Jazimentos lagunares circulares

Dos cinco jazimentos componentes deste campo metalogenético quatro são lagunares circulares.

Jazimento de Capeba — Constitui um jazimento circular de lagoa profunda com uma camada diatomitífera de espessura máxima de 1,20 m na zona central da lagoa.

O horizonte mineralizado é de coloração cinza-claro, com pouca matéria orgânica e argila intercaladas. A concavidade acentuada do substrato da lagoa faz com que a espessura da camada diatomitífera sofra um adelgaçamento em direção a sua periferia.

A mineralização faz contato inferior com areias argilosas brancas tidas como do Grupo Barreiras. Dos jazimentos lagunares circulares este é o de maior reserva.

Jazimento de Lagoa Feia — Constitui em volume de diatomito o segundo maior jazimento lagunar circular deste campo. É formado em lagoa rasa tendo a camada mineralizada uma espessura máxima de 1 m.

O horizonte mineralizado é mais argiloso do que o de Capeba e apresenta uma variação menor da espessura.

O contato inferior da camada diatomitífera se faz também com as areias brancas argilosas, localmente caulínicas. Tais sedimentos são colocados no Grupo Barreiras.

Jazimento de São Vicente — A lagoa na qual se encontra este jazimento é profunda. A mineralização é constituída de uma camada lenticular diatomitífera cuja máxima espessura na porção central da lagoa é de 0,90 m.

O horizonte mineralizado tem coloração clara, acinzentada, com pouca argila e matéria orgânica intercalada.

A mineralização repousa sobre areias argilosas idênticas às dos dois jazimentos anteriores deste campo.

O jazimento de São Vicente é o terceiro maior dentre os jazimentos circulares deste campo metalogenético.

Jazimento de Jardim — É também profunda a lagoa na qual se situa este jazimento. A camada diatomitífera é lenticular apresentando a espessura máxima de 0,50 m na porção central da lagoa.

O horizonte mineralizado é pouco argiloso e tem pouca matéria orgânica. Como os jazimentos anteriores, também tem como substrato areias argilosas brancas.

É o menor de todos os jazimentos deste campo metalogenético.

A reserva de todos os jazimentos lagunares circulares deste campo corresponde a 50% da sua reserva total.

#### II. Jazimento fluvial longitudinal

Neste campo metalogenético foi identificado um único jazimento deste tipo; trata-se do jazimento de Cachimbo.

É constituído por uma camada de ampla distribuição horizontal com espessura média de 0,80 m.

A mineralização apresenta um alto índice de pureza ao longo de todo o horizonte diatomitífero.

A camada mineralizada é recoberta por um nível de areia quartzosa fina, bem selecionada que apresenta uma espessura média de 0,50 m.

O substrato da mineralização é constituído por um horizonte de argilas pretas orgânicas. Sua reserva corresponde à metade da reserva do campo metalogenético.

#### M) Campo Metalogenético Itarema

Este campo metalogenético é constituído por nove jazimentos dos quais um é grande, um médio e os demais pequenos.

Cinco dos jazimentos deste campo metalogenético estão sendo descritos aqui pela primeira vez tendo sido descobertos durante as pesquisas feitas pelo Projeto RADAMBRASIL quando tentava encontrar e provar a continuidade da mineralização diatomitífera para oeste.

Predominam neste campo metalogenético jazimentos lagunares circulares e fluviais longitudinais.

#### I. Jazimentos lagunares circulares

Classificados neste tipo estão os grandes jazimentos da lagoa do Mato e os pequenos, Lagoa de Capivara, da Velha, do Moreira e do Duro.

Guardando as características gerais do tipo lagunar circular ou elipsoidal, o jazimento da lagoa do Mato, o mais expressivo em termos de possança, com uma reserva de ordem de 130.000 m<sup>3</sup>, repousa sobre areias finas bem selecionadas. O minério apresenta coloração branca e uma espessura máxima de 0,60 m, no centro. Análise micropaleontológica revelou para o minério uma relação de diatomáceas/espículas de 3:7, percentagem em matéria orgânica associada a impurezas 30% e percentagem de diatomáceas e espículas 70%.

Os quatro outros jazimentos enquadrados neste tipo são de pequeno porte, guardam as características gerais de acamamento, com espessura variando até o máximo de 0,90 m, lagoa do Moreira.

De análises micropaleontológicas, Oliveira & Medeiros (1975) revelaram para os jazimentos da Velha e do Moreira uma relação diatomáceas/espículas de 6:4, percentagem de diatomáceas e espícula 70%, enquanto que a percentagem de matéria orgânica associada a impurezas é 70% para o jazimento da Velha e variável entre 30% e 70% para o do Moreira.

Quanto ao jazimento da lagoa do Duro, a micropaleontologia revela uma alta percentagem de espículas em relação às diatomáceas, 8:2, o que permite classificar este material como um esponjilito.

Em termos de possança, são as seguintes as reservas destes corpos:

Jazimento Lagoa do Moreira .....	27.000 m <sup>3</sup>
Jazimento Lagoa do Duro .....	17.500 m <sup>3</sup>
Jazimento Lagoa de Capivara .....	11.500 m <sup>3</sup>
Jazimento Lagoa da Velha .....	7.500 m <sup>3</sup>

## II. Jazimentos fluviais longitudinais

Estes jazimentos foram encontrados neste Projeto e estão adstri- tos neste campo metalogenético aos seguintes cursos de água: córrego Grande, córrego Corguinho, córrego do Beé e córrego José do Engenho. Os córregos do Beé e de José do Engenho são tributários do córrego Grande por sua margem esquerda. O córrego Corguinho não tem tributário mineralizado.

Jazimento do Córrego Grande — Forma o maior jazimento deste campo metalogenético. A extensão do córrego é de aproxima- damente 10 km. A mineralização diatomitífera foi encontrada em seu curso médio ao longo de 4 km. A largura média da minera- lização foi estimada em 30 m e a espessura 0,60 m.

Estes parâmetros permitiram que se inferissem para este jazi- mento 72.000 m<sup>3</sup> de minério diatomitífero.

Jazimento de José do Engenho — Este jazimento formado no córrego homônimo é o menor dos jazimentos deste campo me- talogenético.

Sua mineralização se encontra em sua porção média e apre- senta os seguintes parâmetros: extensão de 1.500 m, largura mé- dia de 20 m e espessura de 0,5 m, o que permitiu inferir 15.000 m<sup>3</sup> como a reserva deste jazimento.

Jazimento do Beé — Também este jazimento é formado num outro tributário do córrego Grande. A mineralização se localiza na porção média inferior do curso do córrego do Beé. Para ela foram estimados os seguintes parâmetros: extensão de 2.000 m, largura de 20 m e espessura de 0,5 m. A reserva inferida será, portanto, de 20.000 m<sup>3</sup> de minério diatomitífero.

Jazimento de Corguinho — Este jazimento é independente da bacia local do córrego Grande. Ele é o segundo maior jazimento fluvial deste campo metalogenético.

A mineralização se concentra principalmente em seu curso mé- dio, tendo sido estimada a extensão em 2.500 m, a largura em 20 m e a espessura em 0,5 m. Com tais parâmetros infe- riu-se sua reserva em 25.000 m<sup>3</sup> de minério diatomitífero.

## N) Campo Metalogenético Barroquinha

Este é o menor campo metalogenético do Distrito Diatomitífero. Foi também identificado e caracterizado nas pesquisas metaloge- néticas desenvolvidas por este Projeto.

É constituído por dois jazimentos pequenos, sendo um lagunar, o da lagoa dos Fernandes, e o outro transversal, jazimento de Ja- tobá.

Jazimento Lagoa dos Fernandes — É formado numa lagoa irre- gular, amebóide, rasa, na qual a camada diatomitífera mostra uma espessura mínima de 0,30 m na periferia e de 0,70 m na parte mais central da lagoa.

O horizonte diatomitífero tem um capeamento de argila cinza- escuro que também se espessa em direção ao centro da lagoa, onde chega a atingir 0,50 m. Na zona periférica o capeamento é de 0,15-0,20 m.

A área mineralizada foi estimada em 24.000 m<sup>2</sup> com uma espes- sura média de 0,50 m, o que nos dá uma reserva estimada de 12.000 m<sup>3</sup> de minério diatomitífero.

Jazimento de Jatobá — Este jazimento é do tipo fluvial trans- verso.

É caracterizado por uma pequena camada lenticular de diato- mito com uma espessura média de 0,40 m e largura de 25 m. A ex- tensão da mineralização é de aproximadamente 100 m.

O horizonte mineralizado é muito argiloso e contém grande quantidade de matéria orgânica.

A reserva estimada deste jazimento é de 1.000 m<sup>3</sup> sendo classi- ficado, portanto, como indício.

## 1.2.4.1.3 — Setor Metalogenético Viçosa do Ceará—Martinópole

Nem toda entidade geológica constitui necessariamente, também, uma entidade metalogenética.

Existem entidades geológicas completamente estéreis metalo- geneticamente, assim como há entidades geológicas que são tam- bém entidades metalogenéticas face a sua capacidade de formar e armazenar mineralizações. O "Martinópole" pertence ao segundo tipo, o mais raro e mais importante do ponto de vista econômico.

Esta entidade metalogenética está localizada no extremo noro- este do Ceará.

Estudos na porção sudoeste do setor metalogenético, na qual se encontra o jazimento de cobre de Pedra Verde, vêm sendo efe- tuados desde 1958. No entanto foi somente a partir de 1971 que se iniciou sistematicamente a estudar regionalmente toda a área na qual está situada esta unidade metalogenética.

As pesquisas geológicas levadas a efeito pelo DNPM através da CPRM foram executadas no denominado Projeto Jaibaras, Costa *et alii* (1973).

De todos os resultados alcançados por aquele projeto, dois são de grande importância metalogenética, motivo pelo qual são aqui destacados: a individualização e caracterização da "estrutura Martinópole"; e a identificação no *Graben* de Jaibaras, da suíte vulcânica Parapuí

As unidades metalogenéticas discutidas neste capítulo estão adstritas à "estrutura Martinópole". A suíte vulcânica Parapuí será considerada posteriormente em uma outra unidade metalogené- tica.

A "estrutura Martinópole" foi considerada por aquele projeto como um *graben* preenchido por uma seqüência inferior, clástica, de natureza arenítica, transformada pelo metamorfismo em quart- zitos, e uma outra seqüência superior, pelítica, metamorficamente transformada em filitos. A estas seqüências foi dada a denomina- ção de "Unidade A".

Dentro da "estrutura Martinópole" existem estruturas me- nores, secundárias, como as da região de Bodega e de Ubatuba. Parece tratar-se de pequenos *grabens* marginais, situados na peri- feria da estrutura maior, Martinópole.

Para as estruturas tipo *graben*, menores, com características metalogenéticas diferentes e de natureza manganesífera foram dados os nomes de Núcleo Metalogenético de Bodega e Campo Metalogenético de Oitis.

As áreas mineralizadas de Uruoca e Pedra Verde, denomina- mos Campo Metalogenético Uruoca e Campo Metalogenético Pe- dra Verde.

## A) A geologia do Setor

### I. Caracteres tectono-estruturais

Esta unidade metalogenética tem um comportamento tectono- estrutural próprio que faz com que sua identificação seja fácil tanto em imagem de radar como no campo.

O elemento tectono-estrutural que contém a unidade metalo- genética é uma bacia intracratônica, alongada na direção NE-SO, com comprimento aflorante de aproximadamente 80 km e uma largura média de 15 km. A este elemento tectono-estrutural vem sendo dada correntemente a classificação de *graben*.

### II. Caracteres geológicos regionais

No intuito de situar esta unidade metalogenética no contexto da geologia regional é necessário se fazer considerações sobre as di- versas entidades geológicas do noroeste do Ceará.

Na geologia desta região destacam-se nitidamente quatro enti- dades geológicas distintas, com comportamento estrutural, tectô-

nico, petrológico, sedimentológico etc., diferentes. Em outras palavras, tem-se no noroeste do Ceará uma evolução geológica polifásica, cujas entidades geológicas principais são as seguintes, da mais antiga para a mais jovem:

— Complexo Gnáissico-migmático-granítico da Fase do Complexo Nordeste;

— Seqüência Vulcanossedimentar Dobrada e Metamorfizada da Fase da Cobertura Vulcanossedimentar Dobrada. Seqüência esta que constitui as litologias do *Graben* de Martinópolis e conseqüentemente do setor metalogenético;

— Seqüência Vulcanossedimentar Intracratônica não Dobrada da Fase Geológica da Cobertura Vulcanossedimentar não Dobrada, caracterizada pelos sedimentos da Bacia Piauí—Maranhão; e

— Seqüência Sedimentar Pericratônica da Fase Geológica da Cobertura Sedimentar não Dobrada, representada nesta região pelas seqüências terciárias correlatas da Formação Pirabas e do Grupo Barreiras.

Cada uma destas grandes entidades geológicas é separada da anterior por uma ampla discordância tectônica e erosiva. Isto significa que cada fase geológica mais nova formou suas unidades geológicas a expensas da anterior ou das anteriores. Este fenômeno de hereditariedade geológica é particularmente importante para a metalogenia e sobretudo para a metalogenia previewal.

### III. Caracteres da geologia local

Os novos dados sobre a geologia desta unidade metalogenética tornaram necessária a interpolação deste capítulo, o qual constitui um complemento ao item Grupo Martinópolis.

Em termos regionais, a primeira conceituação da geologia da área que contém este setor metalogenético é devida a Costa *et alii* (1973).

Segundo aqueles autores, esta entidade seria constituída por duas seqüências litológicas discordantes do embasamento gnáissico-migmático e localizadas num *graben* denominado de Martinópolis. A seqüência basal, constituída por quartzitos brancos, maciços e puros, estaria representada pelas serras de São Joaquim, da Ubatuba e Pitimbu. A porção intermediária desta seqüência seria constituída de quartzitos micáceos, com micas dos tipos muscovita e sericita.

Estratigraficamente, acima destes quartzitos segue-se em concordância uma seqüência pelítica representada por xistos e filitos.

Desta litoestratigrafia extremamente simples seria constituída esta unidade metalogenética. No entanto os novos dados obtidos em campo, a reavaliação de trabalhos anteriores na região de Pedra Verde, a retomada das pesquisas geológicas nesta mesma região pela PROMISA, os novos estudos da CPRM na área do "Martinópolis" e a reinterpretção da geologia com base nas imagens de radar estão mostrando uma geologia mais complexa.

### IV. Novas concepções sobre a geologia do Setor Metalogenético

O que se constatou no *Graben* de Martinópolis foi uma polaridade do *front* de sedimentação de leste para oeste refletida também numa assimetria a uma polaridade metalogenética onde se passa de uma seqüência plumbo-zincífera, a leste, para cuprífera intermediária e, finalmente, para uma seqüência manganesífera a oeste (Fig. 1.46). Cada uma dessas seqüências mineralizadas é separada da anterior, e lhe sobrepõe estratigraficamente por um horizonte quartzítico basal ora mais espesso ora mais delgado. Este zoneamento metalogenético, que é o reflexo da diferenciação geoquímica sedimentar, é indicador de um evento regressivo.

Considerando que cada uma dessas "seqüências metalogenéticas" tem caracteres geológicos próprios e individualidade, definimos três seqüências geológico-metalogenéticas, assim designadas da mais inferior para a superior: Seqüência Geológico-Metalogenética

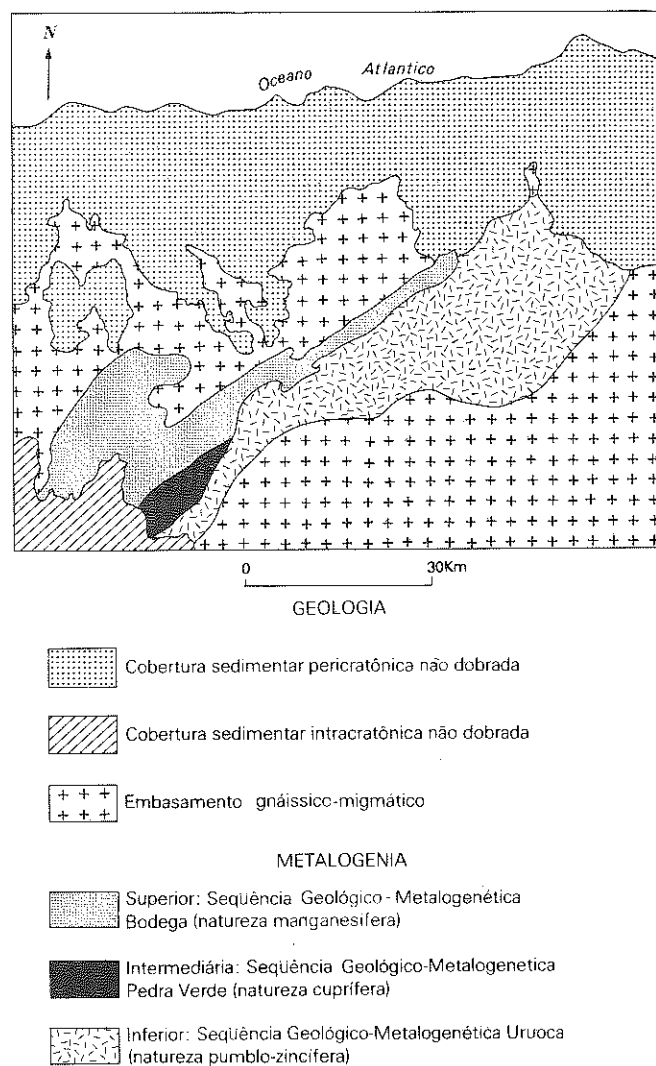


Fig. 1.46 - Mapa das seqüências geológico-metalogenéticas do Graben de Martinópolis.

Uruoca, Seqüência Geológico-Metalogenética Pedra Verde e Seqüência Geológico-Metalogenética Oitis—Bodega.

Seqüência Geológico-Metalogenética Uruoca — Esta seqüência é a mais inferior das três aqui consideradas. Corresponde no Mapa Geológico ao milionésimo, anexo, à porção do Grupo Martinópolis limitado a leste pelo embasamento e a oeste pelo ramo transverso da zona de cisalhamento de Jaguarapi e pelos pequenos *grabens* da região de Bodega.

Considerou-se, preliminarmente, formada das seguintes unidades litoestratigráficas:

— um horizonte quartzítico basal subcontínuo com aproximadamente 50 km de extensão formador das serras São Joaquim, do Baixo, do Soim e serrate Seco; e

— a segunda unidade litoestratigráfica é constituída por um conjunto litológico vulcanossedimentar com metagrauvasas líticas, pelitos calcíferos com intercalações de calcário, calcário dolomítico, dolomitos, *cherts* ferríferos, andesitos e dacitos, Barbosa (1978) e Costa *et alii* (1978).

Seqüência Geológico-Metalogenética Pedra Verde — Esta seqüência é discordante da anterior por um diastema caracterizado pelos quartzitos situados a norte da localidade de General Tibúrcio. Estes quartzitos têm direção N15°E completamente discordan-

tes dos quartzitos basais da seqüência geológica metalogenética anterior.

Acima destes quartzitos segue-se a seqüência "filitica" de Pedra Verde na qual se encontra o conhecido jazimento de cobre de Pedra Verde. Esta seqüência "filitica" tem acima dela um outro horizonte de quartzitos que forma o morro Angelim e se prolonga para sudoeste até ser encoberto pelos arenitos Serra Grande.

Em resumo, a seqüência geológico-metalogenética é assim constituída, da base para o topo: Quartzitos de General Tibúrcio, "Filitos" de Pedra Verde e Quartzitos do Morro do Angelim.

Portanto, segundo a reavaliação da geologia desta área os quartzitos e o "filito" da região de Pedra Verde não são os mesmos da região de Martinópole—Uruoca. Aqueles estão, nesta concepção, estratigraficamente acima destes.

Os quartzitos do morro do Angelim, por sua vez, estando acima dos quartzitos e "filitos" de Pedra Verde não podem ser equivalentes estratigráficos dos quartzitos basais das serras do Soim, do Baixo, de São Joaquim, etc. A própria posição relativa entre os quartzitos do morro do Angelim e o embasamento gnáissico-migmático é suficiente para diferenciá-lo estratigraficamente dos quartzitos basais das serras. Estes últimos estão em contato direto com o embasamento, aqueles não entram em contato com o embasamento.

Seqüência Geológico-Metalogenética Oitis—Bodega — Esta seqüência é a mais problemática e de difícil individualização.

Definimos como tal o conjunto litológico manganesífero de Oitis—Bodega, tendo como litoestratigrafia os quartzitos de Pitumbu e Ubatuba na porção inferior, os pelitos arenosos manganesíferos de Oitis em posição intermediária e os arenitos sílticos e silíticos manganesíferos de Bodega no topo.

Esta seqüência é discordante tanto da Seqüência Geológico-Metalogenética Uruoca, como da Seqüência Geológico-Metalogenética Pedra Verde.

## B) A metalogenia do Setor

Esta unidade metalogenética é ainda pouco conhecida, estando somente agora sendo incrementados estudos e pesquisas para sua melhor definição, por parte principalmente da CPRM.

Dentre as entidades privadas que contribuíram através de suas pesquisas para a compreensão da metalogenia desta unidade merecem destaque a ISAM S/A — Indústria Sul Americana de Metais S/A (Collins & Loureiro, 1961/62), e a PROMISA. A esta última desejamos deixar registrados nossos agradecimentos na pessoa do geólogo H.R. Korpershoek pelas frutuosas discussões sobre o jazimento de Pedra Verde e pela permissão de acesso aos testemunhos de sondagens à jazida e a documentos geológicos sobre suas pesquisas daquela região, muitos ainda inéditos, nos escritórios da PROMISA em Pedra Verde e em Viçosa do Ceará.

Distinguem-se três áreas metalogeneticamente diferentes neste setor: a de Uruoca de natureza plumbo-zincífera, para a qual atribuímos a denominação de Campo Metalogenético Uruoca; a de Pedra Verde, cuprífera, aqui denominada de Campo Metalogenético Pedra Verde; e a de Oitis—Bodega, manganesífera, classificada como Núcleo Metalogenético Bodega e Campo Metalogenético Oitis.

## I. Campo Metalogenético Uruoca

Descoberta recentemente pela CPRM, esta unidade metalogenética é ainda pouquíssimo conhecida.

Situa-se aproximadamente 12 km a norte de Uruoca e 15 km a leste de Martinópole, no Estado do Ceará.

Está localizada na seqüência geológico-metalogenética Uruoca, tendo sido determinada através de pesquisas geológicas, geoquímicas e geofísicas.

A mineralização em superfície caracteriza um chapéu de ferro de natureza sílico-ferruginosa anormalmente contaminado em

chumbo, zinco e prata, mineralogicamente expresso pela piromorfita, cerusita e anglesita. As primeiras sondagens efetuadas revelaram além do chumbo e zinco alguma mineralização cuprífera. Em subsuperfície a mineralização plumbo-zincífera passa de oxidada para sulfetada com galena e esfalerita. A mineralização cuprífera é representada pela calcopirita.

Segundo Costa *et alii* (1978), a mineralização se localiza numa zona de transição entre uma seqüência metassedimentar e uma seqüência de natureza vulcânica. A seqüência metassedimentar é constituída de metagrauvacas, calcários dolomíticos, dolomitos e brechas de matriz pelítica carbonosa. A seqüência vulcânica é formada de tufos e lavas dacíticas e andesíticas, incipientemente sericitizadas.

A esta zona, Costa *et alii* (1978) denominaram de Horizonte Juliana e já conseguiram detectá-la ao longo de uma extensão de aproximadamente 20 km.

## II. Campo Metalogenético Pedra Verde

Esta unidade metalogenética focaliza-se também no noroeste do Ceará, no sopé da serra da Ibiapaba, aproximadamente 8 km a norte da cidade de Viçosa do Ceará.

Sua natureza metalogenética é essencialmente cuprífera diferindo da natureza metalogenética da unidade anterior. O comportamento geológico e metalogenético da mineralização é bem exposto no jazimento de Pedra Verde.

Merece uma breve consideração a nomenclatura petrográfica empregada para a rocha envelope da mineralização.

Vem-se classificando esta rocha como um filito. É uma denominação inadequada, pois verdadeiramente trata-se de um pacote de subgrauvacas carbonosas, com fácies mais restritas de um pelito calcário, também carbonoso e lentes de calcário e arenito. Como o termo Filito Pedra Verde já tem notoriedade geológica, manter-se-á, colocando-o, porém, entre aspas.

A mineralização do jazimento é constituída de covelina, bornita, calcopirita e pirita. É conhecida ao longo de aproximadamente 3 km aflorantes e já foi detectada por mais 1,5 km abaixo dos Arenitos Serra Grande.

## a) A estrutura do Campo Metalogenético

A seqüência mineralizada está situada numa estrutura sinclinal e compõe o limbo leste da dobra. Esta estrutura é complicada pelos falhamentos longitudinais de General Tibúrcio, Ubari, Porteiras e São Gonçalo.

O *trend* direcional da seqüência mineralizada é NE-SO, mergulho forte para NO, variando entre 60°-70°, chegando excepcionalmente em alguns locais a 80°-85°. Os furos de sondagens mostraram que em subsuperfície o mergulho desta seqüência tende a diminuir.

Um aspecto importantíssimo do comportamento estrutural, no que concerne à pesquisa mineral na continuidade nordeste da mineralização, é a mudança da direção dos quartzitos subjacentes ao "filito" cuprífero (Quartzitos de General Tibúrcio). A 8 km a norte de General Tibúrcio, estes quartzitos mudam de direção paulatinamente passando de NE-SO para N.NE-S.SO, depois para N-S, ficando E-O no nariz da dobramento e adquire novamente o *trend* NE-SO já no outro flanco oeste da estrutura. No flanco leste toda a seqüência mergulha para NO, no flanco oeste muda completamente para SE, caracterizando com clareza a estrutura em sinclinal.

Outro aspecto do comportamento estrutural desta seqüência, tanto ou mais importante que o anterior para a pesquisa na continuidade nordeste da mineralização de Pedra Verde, é a independência estrutural desta seqüência em relação aos quartzitos basais da serra de São Joaquim. A imagem de radar mostra e no campo é comprovado que enquanto os Quartzitos de São Joaquim se continuam para nordeste com a mesma direção NE-SO, a seqüência



quartzítica de Pedra Verde discorda deste *trend* e inflete para oeste, afastando-se cada vez mais da serra de São Joaquim e do falhamento que a baliza. Há, portanto, uma real discordância estrutural entre toda a seqüência litológica de Pedra Verde e a seqüência quartzítica da serra de São Joaquim. Tal fato indica que como o "filito" cuprífero de Pedra Verde acompanha espacialmente os Quartzitos de General Tibúrcio, os quais discordam daqueles da serra de São Joaquim, não se deve procurar a continuidade da mineralização ao longo destes quartzitos e sim sempre a oeste dos mesmos. Se assim se quiser proceder, deve-se pesquisar a área periférica ao morro do Angelim, conforme se indica na Figura 1.47.

#### b) A litoestratigrafia do Campo Metalogenético

A área cuja litoestratigrafia é aqui discutida fica compreendida entre a anticlinal de Viçosa do Ceará, a localidade de General Tibúrcio, o morro do Angelim e a escarpa da serra da Ibiapaba.

Vários são os estudos sobre esta área que enfocaram com maior ou menor detalhe a litologia e a estratigrafia, podendo-se citar Kegel, Scorza & Coelho (1958), Collins & Loureiro (*op. cit.*), França (1972), Costa *et alii* (1973), Korpershoek (1976).

Dentre estes o mais abrangente do ponto de vista regional é o de Costa *et alii* (*op. cit.*) e os mais locais são os de Collins & Loureiro (*op. cit.*) e Korpershoek (*op. cit.*).

Um sumário e uma correlação entre a estratigrafia destes vários autores são mostrados na Tabela 1. XLIX.

Discute-se a seguir cada uma das unidades litoestratigráficas, dando-se, ao final, a nova coluna com base na reavaliação dos estudos anteriores e nas pesquisas efetuadas por este Projeto. A fim de tornar clara a explanação relaciona-se cada unidade litoestratigráfica a um determinado local ou área geográfica no terreno.

**Complexo Nordestino** — Nesta área este complexo é considerado como sendo formado pelos gnaisses com intercalações de calcário, quartzito e xisto formadores do núcleo da anticlinal de Viçosa do Ceará.

Estes gnaisses são localmente migmáticos, mostrando textura nebulítica ou tão homogêneos que dão à rocha um aspecto granitóide. No entanto a extensiva existência de uma "foliação" gnáissica permite que se dê ao conjunto todo o nome gnaisses.

**Os Quartzitos Inferiores** — Com esta denominação se está considerando os quartzitos que envolvem os gnaisses da anticlinal de Viçosa do Ceará.

Na Tabela 1. XLVIII estes quartzitos correspondem aos quartzitos da anticlinal de Viçosa do Ceará, de França (*op. cit.*), aos quartzitos do pEA de Costa *et alii* (1973) e aos metaquartzitos de Korpershoek.

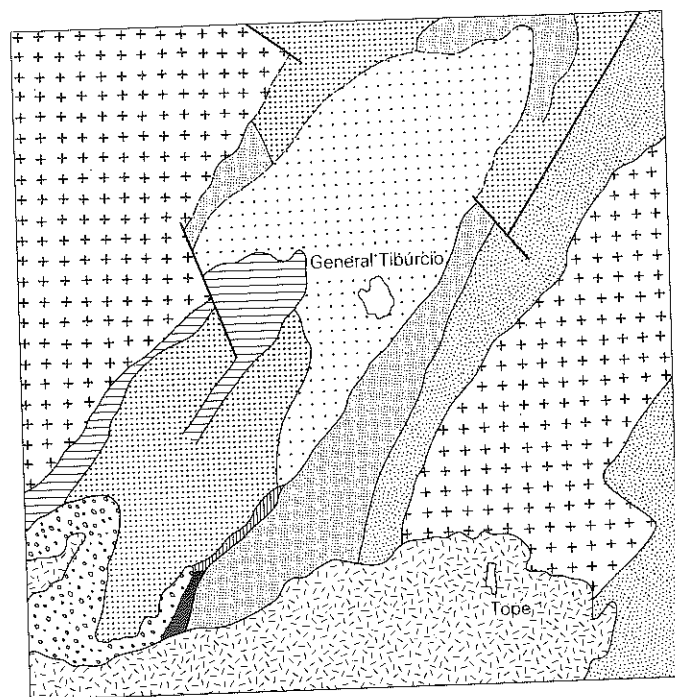
A espessura desta seqüência é da ordem de 700 m e consiste de quartzitos brancos, puros, de granulação fina. Em sua porção inferior, ele é de natureza micácea, muscovítica, chegando a apresentar intercalações de quartzo-xistos e xistos muscovíticos com delgado e persistente acamamento. Chama-se atenção para este comportamento litológico da seqüência, pois tal fato é indicativo de uma evolução litológica negativa na concepção de Lombard (1963).

**Os Quartzitos de General Tibúrcio** — Estes quartzitos são considerados correntemente como componentes da seqüência quartzítica da serra de São Joaquim.

Os modernos estudos ali desenvolvidos tendem agora a separá-los, colocando-os como pertencentes à seqüência da mina de Pedra Verde, em posição estratigráfica acima daqueles de São Joaquim.

A atual definição desses quartzitos é devida a Korpershoek (informação verbal).

**O "Filito" Pedra Verde** — Esta é a litologia mineralizada de Pedra Verde. Correntemente é denominada de filito em virtude de sua aparência superficial. Conforme salientamos acima, esta denominação é inadequada.



0 2 km

#### GEOLOGIA

- Cobertura Terciária Inconsolidada
- Arenito Serra Grande
- Conglomerado Aprazível (Ubari)
- Quartzitos do Morro do Angelim
- Filito Pedra Verde
- Quartzitos da Mina ou General Tibúrcio
- Quartzitos Inferiores ou São Joaquim
- Gnaisses e Migmatitos

#### METALOGENIA

- Área prospectável para cobre
- Filito cuprífero

Fig. 1.47 - Mapa de prognóstico metalogenético da área de General Tibúrcio. Geologia baseada em Korpershoek, H.R. 1976 (inédito).

Collins & Loureiro (*op. cit.*) assim referem-se com respeito ao "filito": "Este termo é usado por vários autores para indicar a rocha esverdeada na qual ocorre o cobre de Pedra Verde. Pela aparência geral, na superfície, a rocha está bem denominada, mas os testemunhos de sondagem e estudos petrográficos indicaram considerável variação desta norma".

"A feição sobressaída pelos testemunhos revela a prevalência de fragmentos de rocha cinza-branco de diferente composição de matriz. O material dos fragmentos dominantes é entre finamente granulado e afanítico e não reage com ácido clorídrico. Nesta investigação eles são chamados "argilito". Contudo o estudo petrográfico indica que eles são calcários. Presumivelmente eles são dolomíticos, já que em alguns casos, pelo menos, o pó do material efervesceu no ácido. Um número menor de fragmentos é composto de quartzo, quartzito e calcário. Com generalidade, o tamanho dos grãos varia de 0,50 a 3,00 cm de diâmetro.

"Os fragmentos de rocha ocorrem em dois conjuntos diferentes: o mais comum é em concentrações de 1% a 20% e o outro em 100%. Ambos são inteiramente cimentados e endurecidos, coexistindo com a formação como um todo.

"Parece provável que os dois conjuntos mencionados tenham origens diferentes: o primeiro pode ser de deposição; o segundo, por sua vez, pode ser o resultado de uma brechiação tectônica."

Continuando, dizem ainda Collins & Loureiro (*op. cit.*): "Um espécimen examinado pelo Dr. Clóvis Verde d'Elbour, de Ouro Preto, foi chamado por ele de brecha calcária".

França (*op. cit.*) refere-se ao "filito" como uma ardósia clorítica em superfície. Microscopicamente ele considera o "filito" como uma microbrecha de natureza pelito-calcária.

Suszczynski (1975) considera que o jazimento cuprífero de Pedra Verde está localizado "dentro de uma seqüência calcário-carbonosa, em certos pontos, com fácies pelítico-calcária e também de microbrecha calcária de natureza tectônica estratificada". Mais adiante cita: "A forte milonitização, que abrange uma faixa de mais de 60 m de largura, "filitizou" e "scheeritizou" a seqüência sedimentar anterior, o que confundiu os geólogos em favor de uma seqüência filítica metamórfica primária que não existe".

Fica portanto cada vez mais evidente que a rocha cuprífera de Pedra Verde não é um filito e que se faz necessário um reestudo de sua petrografia e sua petrologia.

O Conglomerado — Desde 1958 com os estudos de Kegel, Scorza e Coelho (*op. cit.*), que esta seqüência tem posição estratigráfica definida.

Korpershoek (informação verbal) o subdividiu em inferior e superior, chamando-o Formação Ubari. Os demais autores chamaram-no Conglomerado Jaibaras e Costa *et alii* (*op. cit.*) chamam-no Formação Aprazível.

Os Quartzitos do Morro do Angelim — Estes quartzitos situam-se a oeste de General Tibúrcio.

Costa *et alii* (*op. cit.*) consideraram-no como sendo da mesma seqüência quartzítica da serra de São Joaquim.

Korpershoek (informação verbal) o considerou como equivalente dos quartzitos da mina Pedra Verde.

### c) A mineralização

A mineralização cuprífera é de duas naturezas: oxidada e sulfetada.

A mineralização oxidada é constituída exclusivamente por malaquita. Seu local de ocorrência característico é o grotão de Pedra Verde cujas impregnações malaquíticas originaram o nome do jazimento.

Estas impregnações ocorrem na superfície ao longo de uma largura de aproximadamente 150 m, dando uma falsa idéia do que poderia ser em subsuperfície a mineralização sulfetada.

Os estudos de Collins & Loureiro (*op. cit.*) mostraram que em profundidade a mineralização secundária de cobre não vai além dos 20 m, a partir da superfície e que somente em um furo (furo K) a profundidade da zona oxidada atingiu os 45 m.

TABELA 1.XLIX  
Sumário e correlação das colunas estratigráficas de Pedra Verde—Ceará

Kegel, Scorza e Coelho (1958)	Collins & Loureiro (1962)	França (1972)	Costa <i>et alii</i> (1973)	Korpershoek (inf. verbal)	França & Cabral (1978) (no presente trabalho)
		Cobertura arenosa terciária	Coberturas intramontanas Detritos inconsolidados	Aluviões	Cobertura terciária inconsolidada
Formação Serra Grande	Formação Serra Grande	Formação Serra Grande	Formação Serra Grande	Formação Serra Grande { M. Superior M. Inferior	Formação Serra Grande
Conglomerado Jaibaras	Conglomerado	Conglomerado Brechóide Jaibaras	Formação Aprazível	Conglomerado Ubari { M. Superior M. Inferior	Conglomerado Ubari (Aprazível)
"Filito" Pedra Verde Xistos e quartzitos (Série Ceará)	"Filito" Pedra Verde	Microbrecha pelito-calcica com lentes de arenito	Parametamorfitos quartzitos puros ou micáceos (Pré-Cambriano A)	"Filito" Pedra Verde e Quartzitos Superior e Inferior	Quartzitos do Morro do Angelim, "Filito" Pedra Verde e Quartzitos da Mina ou Gal. Tibúrcio
Gnaisses do embasamento	?	Quartzitos da Anticlinal de Viçosa (Anticlinal do Tope)	Quartzitos feldspatizados e muscovíticos, xistos, calcários	Metaquartzitos e gnaisses da Anticlinal do Tope	Quartzitos Inferiores ou de São Joaquim
		Gnaisses e migmatitos da Anticlinal de Viçosa (Anticlinal do Tope)	Gnaisses e migmatitos (Pré-Cambriano B)		Gnaisses e migmatitos

Portanto, a presença de malaquita na superfície não indica que haja necessariamente mineralização importante de natureza sulfetada abaixo. Exemplos deste fato são os furos "E", "J" e "K" de Collins & Loureiro (*op. cit.*), feitos em cima de locais altamente ricos em malaquita e que deram em subsuperfície mineralização sulfetada de expressão pobre.

Litologicamente, a "zona oxidada" é caracterizada pelo "filito" com fácies brechóide com manchas de limonita. Também nas fraturas encontra-se bastante limonita e raramente algum sulfeto com pátina malaquítica. Onde o "filito" é menos brechóide a oxidação dos sulfetos é menos vigorosa dando à rocha uma tonalidade vermelho-acinzentada.

A mineralização sulfetada situa-se estratigraficamente abaixo da zona malaquítica. É caracterizada por calcosina, bornita, calcopirita e pirita, constituindo este último o sulfeto mais comum e com maior espessura.

Os sulfetos são estratiformes e formam horizontes metalogenéticos bem definidos, distribuídos concordantemente dentro do "filito".

Este zoneamento metalogenético, definido pela primeira vez por Collins & Loureiro (*op. cit.*) e por eles chamado de zoneamento mineralógico, é o seguinte, da base para o topo: pirita, calcopirita, bornita e calcosina.

Evidentemente cada um destes horizontes metalogenéticos não é exclusivamente monomineralico. Assim é que no horizonte calcopirítico tem um pouco de pirita e bornita; no horizonte da bornita se encontra alguma calcopirita e calcosina; no horizonte de calcosina ocorre alguma bornita. Um fato porém é notável: não se vê pirita no horizonte da bornita, nem calcopirita no horizonte da calcosina. Só ocorre associação mineralógica entre os elementos de horizontes metalogenéticos adjacentes e jamais entre componentes de horizontes metalogenéticos distantes.

Este comportamento geoquímico e metalogenético da mineralização, iniciando com a pirita na base, passando para a calcopirita, desta para a bornita, da bornita para a calcosina, só pode ser adequadamente explicado pela diferenciação e precipitação seletiva dos metais num processo de sedimentação regulado pela quantidade de enxofre do meio aquoso. Este fato é na nossa opinião um

dos mais fortes para justificar o caráter singenético-sinsedimentar da mineralização cuprífera de Pedra Verde (Fig. 1.48).

Este zoneamento metalogenético reflete também uma evolução geoquímica onde se vê a diminuição paulatina de um ambiente halistático, anóxico, para um ambiente oxigenado.

Nesta evolução o ferro na forma de pirita prefere o ambiente anóxico, formando o horizonte metalogenético mais inferior no qual as proporções de ferro e enxofre são 46,6% e 53,4%, respectivamente.

No horizonte metalogenético seguinte, de natureza essencialmente calcopirítica, o enxofre diminui para 35%, o ferro para 30,5% e começa aparecer o cobre participando com 34,5% na calcopirita.

O horizonte da bornita é ainda menos "sulfídrico e siderítico" e mais cuprífero. O enxofre diminui para 25,6%, o ferro para 11,1% e o cobre aumenta para 63,3%.

Finalmente no horizonte metalogenético da calcosina o enxofre já não é suficiente para formar a pirita de modo que o ferro sulfetado desaparece e dá, em condições já oxidantes, a hematita e a especularita. O enxofre e o cobre dão a calcosina onde 20% é de S e 79,8% de Cu.

As reservas de Pedra Verde foram consideravelmente aumentadas pelas pesquisas da PROMISA.

Segundo Korpershoek (informação verbal), as reservas determinadas neste jazimento são as seguintes: 7.700.000 t de minério medido a 0,99% Cu e 26.000.000 t de minério inferido a 1% Cu. Estes dados dizem respeito ao minério sulfetado.

#### 1. A mineralização cuprífera de Pedra Verde: uma Seqüência Metalogenética Regressiva

Os modernos estudos da *ore petrology* puseram em evidência para jazimentos estrata-bound/estratiformes de cobre de filiação sedimentar e, em certos casos, vulcanossedimentar, alguns padrões de zoneamento metalogenético que se formaram em transgressões e regressões.

Considera-se aqui, apenas como exemplo comparativo, o caso do *Copperbelt* Zambiano.

Nas minas de *Chambishi* o zoneamento metalogenético é de natureza transgressiva e tem na base a zona da bornita, em posi-

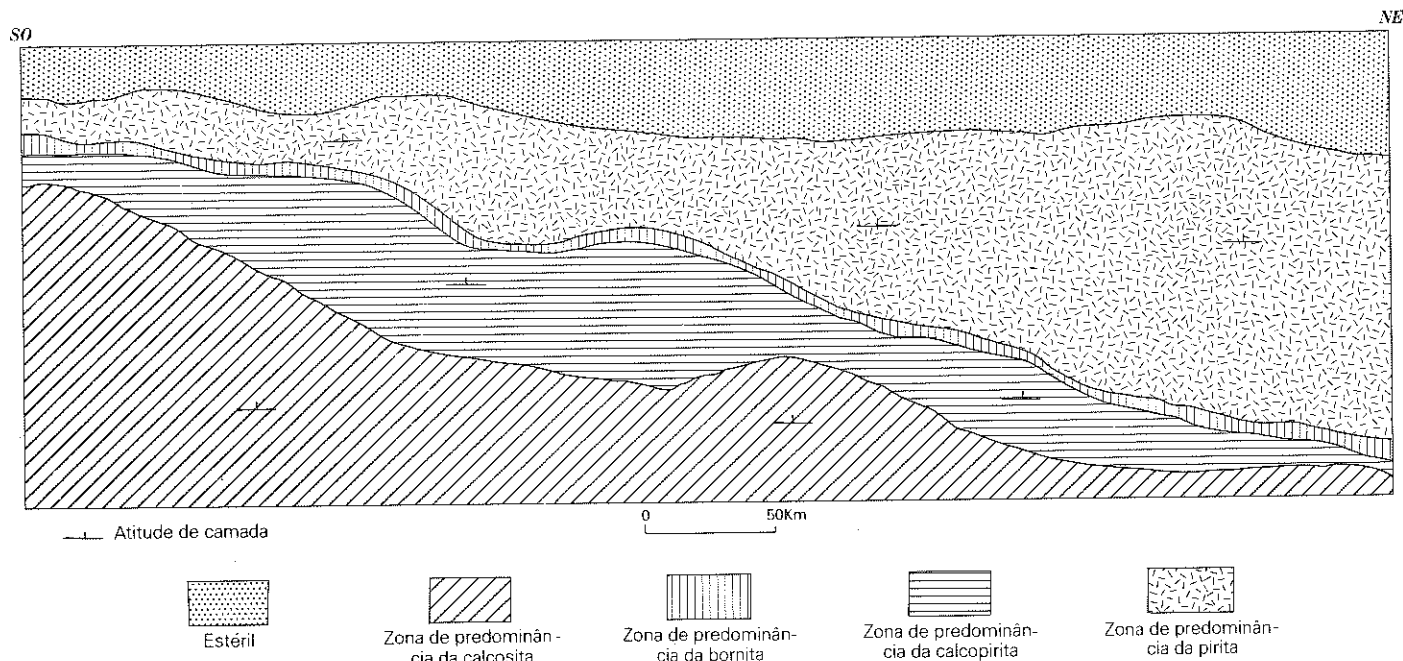


Fig. 1.48 - Zoneamento metalogenético regressivo da mineralização cuprífera de Pedra Verde, baseado em Collins & Loureiro, 1963.

ção intermediária a zona da calcopirita e no topo a zona da pirita. Segundo Garlick, *apud* Fleischer, Garlick e Haldane (1972), este zoneamento mineral demonstra uma transgressão.

Em Roan a zona basal é de natureza piritosa, seguindo-se-lhe a zona de calcopirita; acima desta, a zona de bornita, terminando no topo com a zona de calcosina. Segundo Garlick, *apud* Fleischer, Garlick e Haldane (*op. cit.*), este zoneamento é regressivo.

O zoneamento metalogenético de Pedra Verde é o mesmo de Roan, o que vem caracterizar esta seqüência como metalogeneticamente regressiva.

### III. Campo Metalogenético Oitis

Esta unidade metalogenética de natureza manganésifera situa-se no noroeste do estado do Ceará, estando localizada entre as serras da Ubatuba e Pitimbu e a escarpa dos arenitos da Formação Serra Grande na chapada da Ibiapaba.

Litologicamente, a unidade metalogenética é formada de dois tipos petrográficos: quartzitos e filitos.

Os quartzitos formam as serras da Ubatuba e Pitimbu e têm posição estratigráfica inferior aos filitos desta unidade. São absolutamente estéreis.

Os filitos têm distribuição geográfica mais modesta que os quartzitos, localizando-se numa espécie de pequena *cuvete* sobre os quartzitos. Estes quartzitos envolvem perifericamente os filitos à exceção, apenas, de sua porção sul, que é recoberta em discordância tectônica e erosiva pelos arenitos da Formação Serra Grande.

A morfologia, no plano, desta unidade metalogenética é de uma pequena bacia em forma de "U" com abertura dirigida para baixo da chapada da Ibiapaba.

A mineralização manganésifera desta unidade metalogenética acontece exclusivamente na seqüência de natureza pelítica. Ela é mais conhecida na fazenda Oitis, localizada aproximadamente 10 km a sudoeste de Ibuguaçu. Praticamente toda a seqüência pelítica é contaminada de manganês. As concentrações maiores ocorrem na fazenda supracitada, sendo formadas por lentes de pirolusita e psilomelano acamadas e concordantes com a rocha encaixante. Além do minério *in situ*, ocorre ainda o minério rolado distribuído principalmente ao longo do sopé da escarpa da Ibiapaba.

As lentes manganésiferas são descontínuas e se estendem aproximadamente por 0,8 a 1 km ao longo do *strike*.

As espessuras mineralizadas são variáveis indo de 2 a 5 m, atingindo excepcionalmente 7 m; Moraes (1975) cita uma espessura máxima de 10 m. No mesmo trabalho, o autor comenta que a média de cinco análises químicas efetuadas, sendo duas de Costa *et alii* (1973) e três dele próprio, é a seguinte: Mn — 24%; SiO<sub>2</sub> — 24,59%; Fe — 14,3%; e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 3,3%.

Os resultados das análises de Costa *et alii* (*op. cit.*) são os seguintes:

Óxido	%	%
SiO <sub>2</sub>	20,50	26,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,40	4,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,80	23,20
MnO <sub>2</sub>	47,20	37,20
BaO	0,12	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	—

Apesar deste minério ser correntemente considerado desinteressante, achamos que em vista da escassez de manganês no País esta área deve merecer no mínimo um mapeamento numa escala maior, de mais detalhe.

A mineralização de Oitis é de natureza supérgena tendo se formado por alteração secundária da espessartita.

### IV. Núcleo Metalogenético Bodega

Esta unidade metalogenética situa-se a oeste do *Graben* de Martinópolis, ao longo da zona de cisalhamento de Jaguarapi. Limita-se a oeste pelos gnaisses e migmatitos do Complexo de Granja e a leste pela seqüência geológico-metalogenética de Uruoca.

A mineralização manganésifera está ligada a pequenas estruturas locais, do tipo *graben*, situadas na periferia oeste do *Graben* de Martinópolis.

Estas estruturas são preenchidas por uma seqüência de conglomerados, arenitos sílticos e siltitos arenosos todos manganésiferos, em forma disseminada e dendrítica.

Os *ore shoots* mais importantes localizam-se nos siltitos arenosos.

A mineralização é constituída por, no mínimo, dois horizontes manganésiferos a psilomelano, tabulares, acamados e estratiforme, dentro dos siltitos arenosos.

A espessura do *ore shoot* superior é de aproximadamente 1 m e a do *ore shoot* inferior varia de 1,5 a 2 m. A mineralização não é aflorante, de modo que não se tem idéia precisa de sua continuidade longitudinal e lateral. As observações na mineralização foram feitas através de poços abertos no local. Não há, no entanto, nenhuma característica da mineralização que faça pensar que sua ocorrência se restrinja à localidade de Bodega.

A zona superior aos horizontes mineralizados é caracterizada pela disseminação de psilomelano fino na matriz do siltito arenoso e é encontrada em todos os pequenos *grabens* que formam este núcleo metalogenético. É de esperar, portanto, que abaixo da zona superior devam existir também zonas mineralizadas enriquecidas como as da localidade de Bodega.

Esta mineralização não está ligada ao embasamento cristalino. A seqüência mineralizada é dele discordante e ametamórfica.

Consideramo-la como pertencente à Fase da Cobertura Dobrada.

#### 1.2.4.1.4 — Setor Metalogenético Ubajara—Madeiro

Esta unidade metalogenética corresponde no mapa geológico à unidade tectono-estrutural conhecida como *Graben* de Jaibaras. Ele é constituído das seguintes unidades metalogenéticas menores: Núcleo Metalogenético Parapuí, Campo Metalogenético Arariús, Campo Metalogenético Frecheirinha, Campo Metalogenético Aroeira, Campo Metalogenético Penanduba, Núcleo Metalogenético Meruoca e Núcleo Metalogenético Mucambo.

#### A) Núcleo Metalogenético Parapuí

Este núcleo metalogenético é formado pela estrutura grabeniforme limitada a oeste pela falha Café—Ipueiras e a leste pelo Lineamento Sobral—Pedro II.

Suas potencialidades e natureza metalogenética começaram a ser estudadas e reconhecidas recentemente.

Costa *et alii* (1973) realizaram a primeira incursão nesta unidade metalogenética e os primeiros estudos de detalhe nas áreas das fazendas Campinas, Nova, Paissandu e Urubu, cujas mineralizações foram consideradas como uma unidade metalogenética menor, contida no núcleo metalogenético Parapuí e denominada de Campo Metalogenético Arariús.

A estrutura interna assim como os elementos estruturais desta unidade não são ainda conhecidos. Sua litoestratigrafia e sua evolução petrológica também constituem pontos de discussões e divergências.

Fez-se necessário, portanto, uma reavaliação destes aspectos de base antes de se considerar suas potencialidades metalogenéticas.

Foram definidas neste trabalho duas estruturas certamente identificáveis no campo, e interpretada e inferida mais uma, pobremente caracterizada em superfície.

A Estrutura Lopólitica Massapê—Oiticaral — Esta estrutura é caracterizada por uma seqüência de basaltos, arenitos e siltitos arenosos micáceos formando uma sinclinal cujo topo é essencialmente de basaltos, na localidade do morro do Madeiro.

A estrutura é planoconvexa, de forma lenticular, e tem sua zona central subsidente em relação a sua periferia.

Por sua geometria planoconvexa, por sua morfologia lenticular, pelo aspecto concordante da *mise-en-place* da seqüência basáltica e pelos mergulhos convergentes da litologia, classificou-se esta estrutura como um lopólito e caracteriza um dos maiores focos vulcânicos desta área. Atribuímos ainda a ele uma posição cronoestratigráfica precoce em relação às demais seqüências vulcânicas deste *graben*.

A Estrutura Sinclinal de Parnaso — Esta é a segunda estrutura ou o segundo elemento estrutural da composição interna do *graben*.

Localiza-se ao sul da estrutura anterior e é formada litologicamente por arenitos líticos, arcoseanos e siltitos arenosos. A sinclinal tem a abertura dirigida para sudoeste e fecha para nordeste. Em sua extremidade nordeste a litologia formadora da estrutura faz contato com a seqüência basáltica de Oiticaral—Massapê.

Esta sinclinal tem um comprimento de 13 km e uma largura de 3 km.

Para sudoeste, na continuidade desta estrutura, ela se amplia e se complica em virtude de falhamentos longitudinais e da ocorrência do vulcanismo. Na região de Arariús parece haver a formação de *grabens* menores dentro do próprio *Graben* de Jaibaras. Nestes compartimentos tectônicos locais distingue-se um com maior ocorrência de rochas vulcânicas e outro preenchido predominantemente por sedimentos de natureza arenosa.

Ao compartimento tectônico local com maior incidência de vulcânicas, no qual a CPRM pesquisou, nas fazendas Campinas, Nova, Paissandu e Urubu, chamou-se Campo Metalogenético Arariús.

#### I. Campo Metalogenético Arariús

Esta unidade é metalogeneticamente piritífera.

As pesquisas desenvolvidas pela CPRM nesta unidade em busca de sulfetos básicos determinaram, infelizmente, que o sulfeto nela contido era essencialmente a pirita.

Tais estudos foram realizados segundo uma metodologia científico-metalogenética correta e precisa a partir de modelos conceituais estabelecidos como resultados do Projeto Jaibaras. Os modelos conceituais usados, que constituem a modalidade de pesquisa metalogenética adotada comumente em áreas de pouco afloramento, não permaneceram estáticos, sendo modificados e adaptados conforme os resultados parciais da pesquisa iam surgindo.

Esta unidade metalogenética é litologicamente formada por uma seqüência vulcânica e uma "seqüência vulcanossedimentar".

A seqüência vulcânica é constituída por andesitos, basaltos, dacitos e riolitos, além de piroclásticas formadas por brechas e tufo de natureza básica e ácida.

A seqüência "vulcanossedimentar" é representada pelo intercamamento de calcários, calcários silticos e grauvacas com andesitos e brechas vulcânicas.

A concentração piritífera maior está localizada na seqüência vulcanossedimentar e dentro dela se situa predominantemente nos sedimentos carbonatados, nos piroclastos de natureza básica e nas lavas com estrutura brecciada, Costa, Torres e Mascarenhas (1978).

Segundo aqueles autores a mineralização piritosa ocorre de cinco formas diferentes: aleitada segundo os planos de acamamento das rochas sedimentares; envolvendo os elementos constituintes das brechas vulcânicas e disseminada na matriz destes piroclásticos; como impregnações nos vacúolos das lavas básicas

associada a carbonatos e epidoto-clorita; em forma de finos veios tipo *stockwork* nas vulcânicas; e sob a forma de veios piritoso-carbonáticos.

Na seqüência carbonática foram encontradas zonas de até 5 m de espessura com teor de 10 a 15% de pirita. Na seqüência vulcânica brechóide foi determinado um horizonte de pirita maciça com 1,50 m de espessura, tendo, em volume, mais de 50% de pirita (Costa, Torres e Mascarenhas, *op. cit.*). À medida que se passa deste horizonte para o topo o teor de pirita diminui, tornando-se a pirita difusa até se transformar num nível com pirita em veios e filonetes caracterizando uma zona típica de *stringer ore*.

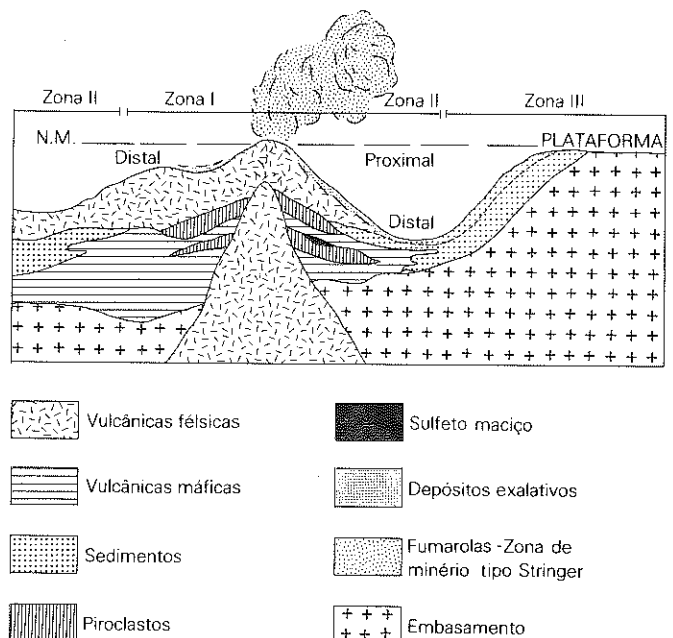
Este comportamento da mineralização e seu relacionamento com as seqüências vulcânicas, vulcanossedimentar e sedimentar levaram Costa, Torres e Mascarenhas (*op. cit.*) a esboçarem um modelo metalogenético que aqui reproduzimos esquematicamente (Fig. 1.49).

Conforme os resultados das pesquisas e segundo o modelo conceitual adotado para esta unidade metalogenética, aqueles autores consideraram a existência do seguinte zoneamento na área do serrote Paissandu:

Zona I — Formada pela área de acumulação de rochas vulcânicas com o crescimento de um relevo positivo. Litologicamente esta zona é caracterizada por sucessivas coladas vulcânicas, tendo na base rochas máficas e nas porções média e superior vulcânicas félsicas. Esta assembléia de rochas vulcânicas é envolvida por piroclásticas.

Zona II — Caracterizada por rochas piroclásticas oriundas do desmembramento e retrabalhamento das rochas da Zona I. As litologias predominantes são tufo estratificados e pelitos tufaceos, grauvacas, siltitos, arenitos arcoseanos e arenitos líticos.

Zona III — Classificada como a zona de rochas sedimentares em que as litologias clásticas de origem vulcânicas são raras ou têm pouca participação. Nesta zona surgem os sedimentos químicos, dolomitos, calcários, etc., os arenitos calcíferos, os arenitos silticos, os siltitos etc. Esta seqüência é comumente piritosa sendo tal mineralização considerada como exalativa sedimentar.





No contexto deste zoneamento o comportamento da mineralização pode ser assim definido:

Na zona de predominância vulcânica, os andesitos mostraram-se pobremente mineralizados sendo portadores de fracas pontuações piritíferas.

Nas brechas vulcânicas da zona vulcanossedimentar há uma concentração de pirita cujo teor atinge mais de 50% em volume da rocha (Costa, Torres e Mascarenhas, *op. cit.*), que é comparada aos pirititos canadenses.

Ainda na zona vulcanossedimentar há um nível de pirita do tipo *stringer ore*, em posição estratigráfica superior ao horizonte de piritito.

A última zona piritosa corresponde à zona sedimentar, na qual a mineralização se dispõe acamada nas fácies pelíticas e carbonáticas dando uma mineralização do tipo estratiforme-exalativo-sedimentar.

Todo este zoneamento foi considerado apenas para área do serrote Paissandu. Ali as seqüências vulcânicas, vulcanossedimentar e sedimentar mostram uma diferenciação petrológica de sudoeste para nordeste estando o foco vulcânico localizado no próprio serrote Paissandu. À medida que se deixa o serrote caminhando-se para nordeste, surge a zona vulcanossedimentar e em seguida a zona sedimentar. Todas estas seqüências mergulham para NE e E.NE.

A sul da área do serrote Paissandu, dele distando aproximadamente 1 km, ocorre uma outra área vulcânica. Tem atitude estrutural inversa do serrote Paissandu com mergulho das rochas para sul e sudoeste.

As rochas são andesitos, basaltos e brechas vulcânicas básicas, cuja morfologia no plano horizontal é grosseiramente semicircular com a concavidade voltada para sudoeste. A porção basal da seqüência vulcânica é predominantemente de basalto com brecha vulcânica básica associada, seguindo-se-lhe uma seqüência andesítica com algum basalto e brecha vulcânica de natureza básica e intermediária.

Esta área, localizada na fazenda Nova, caracteriza em nossa concepção um outro centro vulcânico cujo derrame de lavas deu-se de nordeste para sudoeste dentro de uma paleo *cuvete* dos arenitos Pacujá. Tal consideração advém de ilações teóricas requerendo, portanto, confirmação posterior. A falta de afloramento mais para sudoeste da fazenda Nova não permitiu que se estabelecesse com segurança o zoneamento desta área vulcânica. Teoricamente deverá existir para sudoeste, se o perfil for completo, uma seqüência "vulcanossedimentar" e seqüência sedimentar ligada ao desenvolvimento do vulcanismo neste local.

#### B) Campo Metalogenético Frecheirinha

Esta unidade metalogenética é caracterizada pelos calcários epimetamórficos da denominada Formação Frecheirinha.

Tem a forma, em mapa, ligeiramente elíptica e sua extremidade sudoeste é encoberta pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba.

Limita-se a norte pela serra do Penanduba, a leste pelas ardósias avermelhadas da Formação Caiçara e a oeste pelos Arenitos Pacujá.

Os calcários deste campo metalogenético vêm sendo utilizados de forma ainda rudimentar em pequenas caieiras com vistas ao fabrico de cal. Eles são essencialmente cálcicos. Transcrevemos aqui o resultado de uma análise química tirada de Costa *et alii* (*op. cit.*) (Tab. 1.L).

#### C) Campo Metalogenético Aroeira

Este é o segundo campo metalogenético de natureza calcária desta área. Do ponto de vista econômico esta unidade é, atualmente, a mais importante. Seus calcários são utilizados para a fabricação de cimento pela Companhia Cearense de Cimento Portland cujas instalações têm capacidade de produção de 100.000 t/ano de cimento.

O campo metalogenético tem uma forma muito irregular, desenvolvendo-se desde a parte norte do Granito Mucambo, passando por Aroeira e terminando no alto curso do rio Coreaú.

Duas análises químicas destes calcários deram os resultados vistos na Tabela 1.LI.

#### D) Campo Metalogenético Penanduba

Este campo metalogenético é uma outra unidade formada pelos calcários Frecheirinha. É o menor dos campos metalogenéticos calcários do Setor Metalogenético Ubajara—Madeiro.

Situa-se a sudoeste de Coreaú e é caracterizado por uma área calcária de forma grosseiramente elíptica cujo eixo maior se estende segundo a direção N-S.

A sul limita-se pela serra do Penanduba, a leste, oeste e norte é limitada pelos Arenitos Trapiá.

O calcário tem coloração variada de branco-acinzentado até cinza-escuro e apresenta uma natureza química essencialmente cálcica.

#### E) Núcleo Metalogenético Meruoca

Esta unidade metalogenética está totalmente contida no Setor Metalogenético Ubajara—Madeiro. Sua forma é ligeiramente trapezoidal e ocupa a superfície de 480 km<sup>2</sup>.

Ainda bem pouco conhecida do ponto de vista metalogenético, esta unidade é essencialmente de natureza magmática, formada pelo batólito Meruoca que se constitui de uma massa ígnea intrusiva de composição granítica.

A intrusão deste corpo ígneo gerou, em rochas de natureza calcopelítica do Grupo Martinópole e em rochas do Complexo Nor-

TABELA 1.L  
Análise química dos calcários de Frecheirinha

ÓXIDOS	%	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.24	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.41	
CaO	50.82	
MgO	0.86	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.50	
K <sub>2</sub> O	0.14	
R.I.	5.83	
P.F. a 1.000°C	40.97	
Umidade (105-115°C)	0.11	
Soma	99.88	

Fonte: Costa *et alii* (1973).

TABELA 1.LI  
Análise química do calcário de Aroeira

ÓXIDOS	%	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	0.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.14	0.69
CaO	54.09	51.94
MgO	1.03	0.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.07
K <sub>2</sub> O	0.01	0.13
R.I.	0.89	4.62
P.F. a 1.000°C	43.31	41.46
Umidade (105-115°C)	0.10	0.12
Soma	99.80	99.66

Fonte: Costa *et alii* (1973).

destino, uma ampla auréola de termometamorfismo. Este fato foi antes verificado por Costa *et alii* (1973) que constataram, também, evidências de termometamorfismo, oriundas dessa intrusão, em rochas do "Grupo Bambuí"

Justamente na zona de desenvolvimento desta auréola de metamorfismo, aferiu-se a possibilidade de mineralizações de natureza cuprífera, baseada em pequenos indícios ali encontrados, aliados a variações faciológicas verificadas.

Uma análise sobre as possibilidades metalogenéticas do Granito Meruoca é apresentada neste volume, no item 1 — Geologia, subitem 1.1.2.1.6 I. Petrometalogênese dos Granitos Meruoca, Mucambo e Serra da Barriga.

#### F) Núcleo Metalogenético Mucambo

Esta unidade metalogenética é adjacente ao Núcleo Metalogenético Parapuí e está contida no Setor Metalogenético Ubajara—Madeiro.

É uma unidade de natureza predominantemente magmática, caracterizando o segundo tipo de núcleo metalogenético.

As mineralizações desta unidade são todas de pequena importância, classificadas como indícios.

O corpo magmático formador desta unidade metalogenética é o batólito de Mucambo. Constitui-se de uma massa ígnea intrusiva com aproximadamente 280 km<sup>2</sup> de superfície, de forma grosseiramente semicircular, tendo na Falha Café—Ipueiras seu limite oriental. Todo o resto do batólito faz contato com as rochas do "Grupo Ubajara" nas quais há o desenvolvimento de uma auréola de metamorfismo principalmente na porção norte do stock.

As mineralizações desta unidade metalogenética quanto a sua localização relativa em relação à massa ígnea foram classificadas em dois tipos: mineralizações endomagmáticas, correspondendo àquelas mineralizações formadas no seio, dentro do corpo ígneo; e mineralização exomagmática, que se caracteriza pela mineralização formada a suas expensas e localizada fora ou no limite da massa magmática.

Destas mineralizações, a exomagmática é a maior, embora em importância não passe de um indício, sendo caracterizada pelo jazimento de ferro de Angostura.

As mineralizações de natureza endomagmática são simples pontuações e disseminações porfíricas de molibdenita, e delgados veios de fluorita.

#### I. A mineralização exomagmática ferrífera de Angostura

A mineralização acontece na auréola de metamorfismo do batólito de Mucambo, em sua porção norte. Pensou-se encontrar naquele jazimento um caso de escarnitos ferríferos típicos. A mineralização localiza-se na zona interna da auréola de contato em sedimentos de natureza calcária da Formação Frecheirinha e em sedimentos areníticos arcoseanos da Formação Pacujá. Os calcários e arenitos estão endurecidos, silicificados recristalizados e transformados em calco-hornfels, quartzo-epídoto-hornfels, epídoto-cordierita-hornfels, biotita-cordierita-hornfels. A periferia do batólito engloba fragmentos do calcário e do arenito.

A mineralização ferrífera é constituída quase exclusivamente de hematita maciça com grande quantidade de especularita.

Uma pesquisa magnetométrica feita neste jazimento por Rand (1964) revelou os seguintes fatos: "O levantamento geofísico determinou três categorias de anomalias magnéticas: regional, intensidade de dezenas de gamas; intermediária, intensidade de centenas de gamas e zona ferrífera com milhares de gamas de intensidade".

"O levantamento geofísico revelou que a mineralização se dispõe com a forma de diques semiparalelos, cortando o arcóseo, o calcário e o granito, embora neste último não haja evidência em superfície."

Realmente existe na zona mineralizada de Angostura um tipo de mineralização filoneana em que a hematita se localiza tanto no granito como no calcário e nos arenitos, cortando a todos ou preenchendo fraturas. Mas existe um outro tipo de mineralização formado mais distante do corpo magmático e no domínio das litologias sedimentares, em que a hematita se encontra concentrada principalmente no calcário. A mineralização deste segundo tipo tem forma lenticular, estendendo-se longitudinalmente ao longo da zona de auréola metamórfica do batólito. Nesta zona a mineralização localiza-se em pequenos *hogbacks* mais ou menos paralelos ao bordo do granito, e mergulhando sempre para fora dele.

Encontram-se neste jazimento dois tipos de minérios: o rolado e o minério *in situ*. Segundo Moraes & Silva Prado (1974), a reserva inferida do minério é de 1.000.000 t incluindo o rolado e o *in situ*. Estes autores dão duas análises do minério:

MINERAL	Am. JF-R-48	Am. JF-R-48a
SiO <sub>2</sub>	7,3	3,7
Fe	63,3	65,4
Mn	n	n
P	0,12	0,14
S	0,01	0,01
H <sub>2</sub> O	0,21	0,32

#### a) O jazimento de Angostura: um skarn ferrífero?

Muito pouco tem sido feito ou dito no sentido de se caracterizar este jazimento.

Costa *et alii* (1973) consideraram-no como tendo sido formado por emanações tardias provenientes do batólito granítico-mozonítico de Mucambo.

Os estudos efetuados por este Projeto nesta área, a reavaliação dos resultados de estudos anteriores neste jazimento e uma revisão dos principais jazimentos e jazidas de natureza escarnítica e tactítica do mundo levaram a se considerar o ferro de Angostura como um jazimento do tipo escarnito.

Considerando as diferenças que existem de uma escola para outra, ou de um geólogo para outro na caracterização de um escarnito, é oportuno fazer aqui um resumo do que seja um escarnito e em que sentido é usado.

O termo *skarn* foi usado originalmente na Suécia e introduzido na literatura por Törnebohm (1880) *apud* Gouveia, 1977, para designar jazimentos de magnetita formados numa rocha de contato metamórfico de natureza anfíbolítica.

Tactito é um termo mais abrangente do que escarnito, tendo sido introduzido por Hess (1919) para designar todas as rochas metassomáticas afetadas por um evento de metamorfismo ígneo. Presentemente, há uma tendência geral em se usar um termo como sinônimo do outro. No entanto, Hess & Larsen (1921), ao estudarem os jazimentos de tungstênio dos Estados Unidos, chamaram de tactito a um tipo de escarnito de cor escura. Consideram-se aqui ambos os termos como sinônimos e se dá a seguinte conceituação: escarnitos ou tactitos são rochas de natureza calcossilicática, formadas por metassomatismo em zona de contato de corpos magmáticos intrusivos, subintrusivos ou extrusivos. Os jazimentos escarníticos têm sido denominados de várias maneiras: Lindgren (1924) e Knopf (1933) chamaram de pirometassomático, termo este criado por Lindgren; Hess & Larsen (*op. cit.*) chamaram de contato metamórfico; Obruchev (1934) e Shakhov (1947) denominaram de jazimento de contato; Bateman (1951), Betekhtin (1953) e Tatarinov (1963) chamaram de contato metassomático; Schneiderhohn (1955) chamou de contato pneumatólitico, *apud* Smirnov (1976). Mais recentemente, pelo modo como encara os processos metalogenéticos e pela acuidade em separar o que é aparente do verdadeiro, merece citação Stanton (1972). Este autor põe os jazimentos escarníticos na classe de con-

tato metamórfico mas considera dentro desta classe aqueles realmente produzidos pelo contato metamórfico e aqueles modificados por ele. Este último tipo não é ainda reconhecido como um tipo independente, talvez, como cita Stanton (*op. cit.*), "probably because almost any deposit at a major igneous contact has been assumed to have been derived from the adjacent igneous rock. Again there is a problem of discrimination".

Cada um destes termos, contato metamórfico, pirometassomatismo, contato pneumatolítico, etc., significa mais ou menos um mesmo fenômeno. Evidentemente existe diferença entre um e outro, de modo que cada um tem seu próprio domínio e suas próprias características. Qualquer destes fenômenos pode formar escarnitos; a condição *sine qua non* é a prevalência de metassomatismo de contato. Um fenômeno pirometamórfico simplesmente não gera escarnito. Ele pode acontecer em rochas sedimentares cuja composição prévia torne possível a formação de uma rocha petrograficamente escarnítica, mas não é um escarnito; é uma calcossilicática. Todo escarnito é uma calcossilicática, mas nem toda calcossilicática é um escarnito.

Aparentemente, em virtude da numerosa assembléia de minerais formadores dos escarnitos, deveria existir um sem-número de "rochas" formadoras de escarnitos.

Considera-se, no entanto, que três são os tipos de escarnitos formados em função da composição da rocha que se escarnitizou: escarnitos cálcicos; escarnitos magnesianos; e escarnitos silicáticos.

Os escarnitos cálcicos se constituem nos mais comuns e são resultantes do metassomatismo em rochas calcárias. Seus minerais típicos são as granadas dos tipos grossularita e andradita, e piroxênios da série diopsídio-hedenbergita. A wollastonita e escapolita também constituem minerais maiores destes escarnitos. Na Tabela 1.LII, se relaciona a mineralogia geral dos escarnitos cálcicos (Smirnov, 1976).

Os escarnitos magnesianos formam-se pela metassomatose de dolomitos ou calcários dolomíticos. Os minerais tipomórficos são evidentemente mais magnesianos: diopsídio, forsterita, espinélio, humita, flogopita, serpentina, pargasita, magnetita, ludmigita, dolomita e calcita. Para outros constituintes mineralógicos destes escarnitos veja-se Tabela 1.LIII (Smirnov, *op. cit.*).

Os escarnitos silicáticos são formados pelo metassomatismo em rochas de natureza silicosa. São mais raros.

Smirnov (*op. cit.*) cita que em Telbes, na Sibéria Oriental, ocorrem escarnitos formados em aleurolitos. Neste tipo de escarnito a escapolita é característica.

Pelos dados acima expostos, considerou-se ser o ferro de Angostura do tipo escarnítico. Eis as evidências:

- o jazimento está ligado espacialmente a uma intrusão granítico-monzonítica de natureza calcoalcalina;
- esta intrusão tem auréola de metamorfismo;
- a mineralização se localiza nesta auréola metamórfica;
- a rocha encaixante, calcário-cálcica, fora da auréola do metamorfismo é livre de epidoto, de hornblenda, de biotita e de cordierita. Na auréola estes minerais ocorrem indicando cabalmente a ação de processos metassomáticos sobre o calcário; e
- o calcário encaixante da mineralização mostra-se fora da auréola de metamorfismo, livre de ferro, dando entre 0,71% e 0,14% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Não é portanto um escarnóide no sentido de Korzhinsky (*apud* Smirnov, *op. cit.*), nem jazimento modificado na concepção de Stanton (*op. cit.*).

A área na qual ocorre a mineralização ferrífera de Angostura tem um zoneamento metamórfico cuja constituição a partir do corpo ígneo é a seguinte:

- granito-monzonítico inalterado;
- granito-monzonítico alterado com xenólitos de calcário e aleurolitos;
- zona de calco-hornfels e granofels; e
- zona de calcário e aleurolitos intactos.

TABELA 1.LII  
Minerais característicos de escarnitos cálcicos

GRUPO MINERAL	MINERAIS MAIORES	MINERAIS MENORES
Silicatos	Piroxênios (principalmente hedenbergita), granadas (principalmente andradita e grossularita), wollastonita e escapolita	Ortoclásio, plagioclásio, zircão, titanita, turmalina, silimanita, andaluzita, cordierita, bustanita, rodonita, helvitadanalita, danburita, lazurita, crisoberilo fenacita e berilo
Hidrossilicatos	Anfibólios, vesuvianita, epidoto, ilvaíta e clorita	Axinita, clatolita, prehnita, topázio, serpentina, antofilita, ortita, zoisita, biotita, muscovita, flogopita, sericita, dafnita, norbergita, condrodita, zeolita, talco, crisotila e caolim
Óxidos	Magnetita, hematita e quartzo	Espinélio, cassiterita, calcedônia, maninita, franclinita, kopita e perowsquita
Sulfetos	Pirita, pirrotita, calcopirita, esfalerita, galena, molibdenita e arsenopirita	Marcassita, bornita, covelita, calcocita, bismutina, gray ores, enstanita, cobaltita, glaucodote, escuterudita, lolingita, cubanita, lineita, milerita, antimonita, gerdorzita, esmaltita, croanrita, espeirilita, coperita e estebiopalacilita
Outros	Calcita, fluorita, barita e scheelita	Apatita, witherita, siderita, ankerita, magnesita, grafita, bismuto, ouro e prata

TABELA 1.LIII  
Minerais característicos de escarnitos magnesianos

GRUPO MINERAL	MINERAIS MAIORES	MINERAIS MENORES
Silicatos	Piroxênios (principalmente hedenbergita), granadas (principalmente andradita e grossularita) e fosterita	Monticelita, ortoclásio, plagioclásio, escapolita, turmalina e titanita
Hidrossilicatos	Serpentina, anfibólios, flogopita, humita e cloritóides	Pargasita, biotita, clinozoisita, epidoto, clorita, talco, hidrotalcita, grenlita e tirnita
Boratos	Ludvigita e kotoíta	Gnanita, fluoborita, warviquita, sinilita e serendibita
Óxidos	Magnetita, hematita, espinélio e quartzo	Periclásio e brucita
Sulfetos	Pirita, pirrotita, calcopirita e esfalerita	Marcassita, bornita e gray ores
Outros	Calcita, magnesita e breunerita	Barita, apatita, siderita e ankerita

#### 1.2.4.1.5 — Setor Metalogenético Sobradinho

Situada no extremo noroeste da Folha SA.24, esta unidade metalogenética, com idade provavelmente miocênica, é de natureza calcária, apresentando em seu domínio o desenvolvimento atual de um ambiente evaporítico, com formação de halita e carnalita em lagos salinos, isolados do mar pelo cordão de dunas litorâneas.

O conhecimento da existência desses sais em Sobradinho é bastante antigo, remontando ao século XVIII, época em que era explorado rudimentarmente.

Em 1959 a descoberta da existência de sais de potássio, neste local, fez com que sua importância se avultasse em virtude da já então sentida carência de potássio para a produção brasileira de fertilizantes. Considerando o pouco conhecimento que se tinha do volume destes sais, nenhum empreendimento visando à sua exploração em nível industrial foi tentado.

Por solicitação do Sr. Antonio José de Sousa, 1958/59, foi executada pelo Engenheiro de Minas Raimundo S. Patury uma campanha de pesquisa na lagoa Sobradinho, visando ao dimensiona-

mento deste "jazimento salinífero". Tal estudo teve como resultado uma avaliação da reserva de halita em 400.000 t, para todo o lago. Posteriormente, em 1977, a Companhia de Desenvolvimento do Piauí — COMDEPI contrata o Instituto de Pesquisas Tecnológicas — IPT para estudar os lagos salinos Sobradinho e São Bento. Estes estudos terminaram por definir uma reserva da ordem de 65.000 t de halita para Sobradinho.

#### A) Aspectos tectono-estruturais

O Setor Metalogenético Sobradinho tectonicamente é constituído por uma estrutura em "semigraben" pericratônico, de formato losangular em sua porção norte, alongando-se no sentido sudoeste, em sua porção sul.

Este "semigraben" pertence à Fase Geológica da Cobertura Sedimentar não Dobrada Pericratônica Brasileira, ainda não citado na nossa bibliografia geológica como tal.

O limite leste desta unidade tectônica e metalogenética é uma linha de falha de direção NE-SO, em sua maior parte encoberta pelo "Barreiras" e pelos recentes cordões de dunas litorâneas.

Apesar da cobertura, as imagens de radar 1:1.000.000 e 1:250.000 revelam a existência da linha de falha, supramencionada, separando o "Complexo de Granja", a leste, do Setor Metalogenético Sobradinho, a oeste. Mesmo em fotografias aéreas convencionais é notado, com clareza, que o rio São Miguel, com seus cursos alto e médio, segundo a direção N-S, muda brusca-mente sua direção, já em seu baixo curso, para NE-SO, exatamente na região da linha de falha considerada.

A região onde essa linha de falha deixa o continente e penetra no mar é a de Ponta do Anel—Barra Grande, no extremo nordeste piauiense. Para sudoeste esta linha é recoberta pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba. Tais sedimentos não revelam nenhum reflexo deste elemento tectônico, fato que vem corroborar a idéia de que este "semigraben" desenvolveu-se exclusivamente no bordo do continente, sendo, portanto, consistente sua caracterização de pericratônico.

O limite oeste desta unidade metalogenética faz-se também com o "Complexo de Granja", tendo sido verificado próximo ao farol da praia da Pedra do Sal. Trata-se também de uma zona de linha de falha, na qual se encaixa parte do baixo curso do rio Parnaíba.

#### B) Considerações sobre a gênese das "mineralizações saliníferas do setor"

Os estudos realizados, visando essencialmente ao dimensionamento das reservas saliníferas das lagoas Sobradinho e São Bento, mostram uma constante preocupação de seus autores pela determinação da gênese destes "jazimentos saliníferos". Tal preocupação é inteiramente justificável, pois, neste caso, a tipologia genética constitui um importante parâmetro para a definição da economicidade desses "jazimentos"

Três são as idéias existentes sobre a formação dos sais:

- salinização do lago pela precipitação devido a evaporação da água do mar, aí represada;
- salinização do lago por sais transportados pelos rios que nele deságuam; e
- salinização do lago por lixívia subterrânea proveniente de um suposto domo salino, não aflorante.

Antes da análise destas hipóteses, chama-se atenção para o seguinte fato: na área salinífera considerada, há dois tipos de sais — um, na forma de crosta salina depositada no fundo dos lagos e outro, na forma de salmouras, ocorrendo como exsudações em sedimentos miocênicos de natureza margosa e calcária. Aqueles são essencialmente sódicos, enquanto que esses são potássicos. Portanto, qualquer explicação para a formação desses sais deverá considerar sua natureza, se sódica ou potássica.

A primeira hipótese sobre a salinização dos lagos pelo fenômeno da precipitação dos sais em virtude da evaporação da água do mar foi a que surgiu logo que se iniciou o estudo desses "jazimentos".

Esta hipótese é lógica e tem vários pontos em que se apoiar. O lago Sobradinho formou-se pelo aprisionamento da água do mar, que mesmo ainda hoje o atinge em época das mais altas marés. Tal aprisionamento, devido ao cordão de dunas litorâneas, resultou na formação de uma grande salina natural, onde as condições climáticas existentes, tais como sol forte e regime eólico mais ou menos constante, poderiam favorecer a formação de uma considerável massa de sal-gema. A densidade das águas de Sobradinho é de 12° Baumé, no período das chuvas, aumentando para 25° Baumé nas estiagens moderadas, chegando a 40° Baumé no período de seca. Sabe-se que a 22° Baumé começa a precipitação da halita (NaCl), a 32° Baumé precipita-se a carnalita (KMgCl<sub>3</sub>.6 H<sub>2</sub>O), dando-se em seguida a precipitação de silvita (KCl).

Seria ainda de se esperar que os sais formados em Sobradinho, nas condições citadas, refletissem em suas composições a natureza marinha; no entanto, análises químicas desses sais, efetuadas pelo DNPM desde 1953, atestam um teor em bromo muito inferior ao normalmente encontrado em evaporitos oriundos diretamente da água do mar. Atestam ainda aquelas análises uma quantidade muito baixa dos radicais sulfato, carbonato, iodeto e borato que não concorda com os teores destes radicais em evaporitos marinhos.

Considerando a hipótese em discussão e os dados acima expostos, deve-se analisar duas questões que dizem respeito às justificativas para o baixo conteúdo em radicais sulfato, carbonato, iodeto e borato encontrados nos sais de Sobradinho e, para a não formação, naquele lago, de um grande jazimento de sal-gema, uma vez que a paleogeografia lhe é favorável.

No que concerne à anomalia da química destes sais, com valores de radicais menores do que o esperado, salienta-se que Sobradinho é um lago evaporítico, sem sombra de dúvida, cuja comunicação com o mar foi fechada, recebendo, no entanto, águas continentais trazidas por alguns riachos intermitentes, além de receber diretamente águas pluviais. Desta forma, é de se esperar que haja um progressivo empobrecimento em sais da água marinha ali aprisionada, de modo que os sais precipitados no fundo do lago deverão ter uma composição diferente da dos sais provenientes de água marinha "pura". No tocante à segunda questão e dentro desta linha de raciocínio, pode-se concluir que Sobradinho tenderá a ser paulatinamente dessalinizado, uma vez que não recebe mais água do mar em quantidade relevante e, sim, água doce, quer continental, quer pluvial. Há, portanto, em Sobradinho um fenômeno metalogenético negativo de destruição de um "jazimento" mineral em formação e de degradação, pelas águas continentais doces e meteóricas, de um ambiente geoquímico salino evaporítico. Este é o motivo pelo qual não se processou a formação de um grande jazimento de sal-gema.

Quanto à segunda idéia, "salinização do lago por sais transportados pelos rios que nele deságuam", é interessante, porém inadequado para explicar o fenômeno da salinização como um todo. Acredita-se que os riachos que deságuam neste lago não podem ser responsáveis pela formação da halita em virtude de suas águas serem praticamente desmineralizadas em sódio. No entanto, tem fundamento a idéia daquele autor com respeito ao potássio e ao cálcio. Estes riachos, drenando áreas gnáissico-granítico-migmáticas de natureza calcoalcalina, tendem a deslocar o potássio e o cálcio ionizados e levá-los até Sobradinho. Este fenômeno também explica a variação da composição química dos sais deste "jazimento" em relação ao padrão normal de sais marinhos "puros"

A terceira hipótese sobre a formação destes sais, por intermédio de uma fonte subterrânea do tipo domo salino, é apenas teórica. Não existe nenhum fato ou indício que possa sustentá-la.

Um outro problema quanto à elucidação deste "jazimento" e sua evolução surge ao considerar-se as diferenças entre as composições químicas dos sais do fundo do lago e os sais das exsudações situadas em nível inferior. As salmouras exsudadas são mais potássicas e magnesianas do que os sais das crostas salinas dos lagos. É evidente que a fonte destas salmouras não é a mesma que serve de fonte para a formação da halita. Estas exsudações ocorrem em vales da seqüência calcário-margosa miocênica desta unidade metalogenética, indicando haver nesta seqüência um conteúdo salinífero dissolvido e que está migrando para os lagos que recobrem seus vales.

#### 1.2.4.1.6 — Núcleo Metalogenético Barriga

O Núcleo Metalogenético Barriga é, em distribuição superficial, a menor das unidades metalogenéticas definidas e caracterizadas neste trabalho. Possui uma superfície circular de aproximadamente 50 km<sup>2</sup> e está localizado na porção central da área mapeada, a 25 km leste da cidade de Sobral.

Dentro dos critérios utilizados na definição de núcleo metalogenético, esta unidade, tal como o Núcleo Metalogenético Meruoca e Núcleo Metalogenético Mucambo, enquadra-se no segundo tipo, ou aquele de natureza predominantemente magmática.

Apesar de não se enquadrar nas dimensões previstas para um núcleo metalogenético, esta unidade foi caracterizada como tal, essencialmente pelo fato de se constituir de uma massa ígnea intrusiva com possibilidades de conter mineralizações endomagmáticas, de natureza principalmente estanífera, de acordo com a análise apresentada neste volume, no subitem Petrometalogênese dos Granitos Meruoca, Mucambo e Serra da Barriga.

#### 1.2.4.2 — Unidades metalogenéticas hierarquicamente não definidas

##### 1.2.4.2.1 — Faixa Metalogenética Granja

Situada na região noroeste do Estado do Ceará, compreende uma área de formato linear, com extensão aproximada de 120 km e largura média de 12 km.

Geologicamente, abrange áreas do Complexo de Granja.

Esta faixa metalogenética está incluída na unidade metalogenética denominada por Suszczyński (1967) de Distrito de Ferro, Mangânês e Grafita do Noroeste do Ceará.

Limitada a leste pelo Setor Metalogenético Viçosa—Martinópolis, esta unidade tem sua continuidade sul por sob os sedimentos da Bacia do Parnaíba. Para norte, a unidade em apreço é, em parte, encoberta pelos sedimentos de domínio do Distrito Metalogenético Litorâneo Cearense, voltando a aflorar nas vizinhanças do local denominado Ponta de Jericoacoara, na costa cearense.

De natureza metalogenética exclusivamente ferrífera, esta faixa foi dividida em três unidades metalogenéticas menores, denominadas: Banda Metalogenética Santa Rosa—Passagem; Banda Metalogenética Ibuguaçu—Jericoacoara e Banda Metalogenética Pitimbu—Parazinho.

Todos os jazimentos desta faixa foram classificados como indícios.

##### A) Banda Metalogenética Santa Rosa—Passagem

É a mais ocidental dentre as três unidades metalogenéticas de natureza ferrífera. É caracterizada por cinco jazimentos, classificados como indícios, que se distribuem linearmente desde a localidade de Santa Rosa até Passagem, ao longo de uma extensão aproximada de 40 km. São os seguintes os jazimentos desta banda: jazimento da margem direita do rio Timonha, jazimento da margem esquerda do rio Timonha, jazimento de Boqueirão, jazimento de Curral Grande e jazimento de Olho d'Água.

O jazimento da margem direita do rio Timonha, também conhecido como Itaúna-1, é constituído por duas lentes paralelas de itabirito e hematita compacta com zonas magnetíticas, acamadas concordantemente numa seqüência quartzítica gnaissificada. Todo o conjunto mostra direção geral NE-SO e mergulho para sudeste na ordem de 60°

O corpo mineralizado inferior é formado por uma lente de itabirito duro com zonas mais enriquecidas de hematita compacta, apresentando um comprimento de 100 m e uma espessura aparente de 1 m. A área de minério rolado, proveniente da desagregação do "minério primário", é bem mais extensa, apresentando uma largura de 30 m e um comprimento de 200 m. Estes rolados podem dar uma falsa idéia das dimensões reais do corpo.

O corpo mineralizado superior deste mesmo nível ferrífero está separado do anterior por quartzitos estéreis e dele distante 45 m, na direção transversal ao *strike*.

A mineralização é caracterizada por uma camada de itabirito duro, que longitudinalmente se enriquece e dá, em alguns locais, zonas de hematita compacta. A quantidade de magnetita deste corpo parece ser menor do que a do corpo inferior. As dimensões deste corpo são mais desenvolvidas, tendo uma extensão de aproximadamente 500 m e uma espessura aparente de 1,5 a 2 m. Transversalmente à espessura aparente da camada mineralizada há um certo zoneamento no teor da mineralização. A porção intermediária da camada, de aproximadamente 1 m em média, é mais rica, sendo constituída predominantemente de hematita compacta com um teor em ferro de 68%. Nesta parte do corpo o minério é muito duro, compacto e tenaz e a hematita é muito fina e lamelar.

Para a lapa e para a capa do minério rico, passa-se gradualmente a um itabirito duro; deste, para um quartzito ferrífero pobre e finalmente para o quartzito estéril. A zona de itabirito tem um teor de 40% e o quartzito ferrífero varia em teor de 19,5% a 26,1% Fe. O enxofre, no corpo mineralizado, permanece com valores variando de 0,01 a 0,02% e não mostra nenhuma tendência em se concentrar em qualquer das zonas do corpo mineralizado. O fósforo, ao contrário, aparenta uma certa tendência a se concentrar preferencialmente nas zonas mais enriquecidas em ferro. Assim é que, na hematita compacta com 68,5%, o fósforo está presente na percentagem de 0,13%; no itabirito com aproximadamente 40% Fe (39,99%), o fósforo está presente com 0,11% e nas demais zonas pobres em ferro o fósforo também decresce.

No quartzito ferrífero com 26,10% Fe, o fósforo alcança 0,07%; no quartzito ferrífero com 22,30% Fe o fósforo cai para 0,06% e, no quartzito ferrífero com 19,50% Fe, o fósforo cai, ainda mais, para 0,05%. Vê-se portanto que para a zona ferrífera o fósforo acompanha seu empobrecimento ou enriquecimento, ou seja: quanto mais ferro mais fósforo ou, biunivocamente, quanto menos ferro, menos fósforo. A sílica na forma de SiO<sub>2</sub> tem um comportamento antagônico ao do ferro: quanto mais rico em ferro é o minério, mais pobre ele é em óxido de silício e vice-versa.

O jazimento da margem esquerda do rio Timonha, conhecido também como Itaúna-2, situa-se a sudoeste do anterior e faz parte da mesma seqüência geológica e litológica. A distância entre estes jazimentos é de aproximadamente 1,5 km.

A mineralização tem as mesmas características da anterior. No entanto, não se encontram mais, aqui, dois corpos de hematita compacta. O que se vê é uma camada de hematita compacta com 1 a 2 m de espessura aparente, intercalada em itabiritos e quartzitos ferríferos. Acontece neste local a repetição do corpo superior do jazimento da margem direita e o desaparecimento do corpo inferior. O comprimento do corpo mineralizado é de 150 m. Numa elevação denominada Morro Seco, distante aproximadamente 600 m para nordeste do local do jazimento Itaúna-2, ocorre uma área de minério rolado de itabirito e quartzito ferrífero que poderia indicar a continuidade daquele jazimento em superfície até o Morro Seco. No entanto, não se encontrou o minério *in situ*.

O jazimento de Boqueirão, formado na continuidade para sudoeste do jazimento Itaúna-2 e dele distante aproximadamente 12



km, é formado predominantemente de minério rolado. No quartzito gnaissificado, o mesmo dos outros jazimentos mencionados, vêem-se finos leitos de hematita. A mineralização ocupa uma pequena elevação morfológica do terreno, distribuindo-se ao longo de uma área de mais de 2 km de comprimento e 30 m de largura. A espessura dos rolados é pequena, não ultrapassando 1 m. O minério é formado predominantemente de quartzito ferrífero, em menor quantidade, itabirito e, menos ainda, hematita compacta.

Os dois outros jazimentos, Curral Grande e Olho d'Água, localizados a 6 e a 12 km, respectivamente, do jazimento de Boqueirão, são formados no mesmo horizonte litológico dos anteriores. São de natureza predominantemente quartzítica ferrífera e itabirítica. Estes jazimentos marcam o limite sudoeste da Banda Metalogenética Santa Rosa—Passagem.

#### B) Banda Metalogenética Ibuguaçu—Jericoacoara

Localizada na zona central da Faixa Metalogenética Granja, esta unidade metalogenética, também de caráter marcadamente linear, se estende desde a localidade de Ibuguaçu, em seu extremo sul, até a Ponta de Jericoacoara, na costa cearense.

Trata-se de um espesso pacote de quartzitos com intercalações de hematita especular. Em sua porção mediana e até as proximidades do limite do continente, estes quartzitos ferríferos são recobertos pelos sedimentos do Grupo Barreiras e pelo cordão de dunas litorâneas.

Os quartzitos ferríferos que caracterizam esta unidade metalogenética são mais extensos e espessos que os da Banda Metalogenética Santa Rosa—Passagem, porém menos mineralizados. As mineralizações são de baixo teor, por toda a extensão desta unidade.

A aproximadamente 9 km da cidade de Granja, no sentido norte, a seqüência quartzítica é mais delgada e se constitui de duas camadas intercaladas nos gnaisses e migmatitos. A camada de noroeste é mais extensa e espessa, apresentando um comprimento de 7 km e uma espessura média aparente de 300 m. A camada de sudoeste, estratigraficamente mais alta em relação à anterior, tem uma extensão de 4 km e uma espessura média aparente de 200 m. Ambas as camadas são pobremente ferríferas.

A partir daquele local a norte de Granja, a mineralização só volta a ocorrer, a 45 km no rumo sudoeste, na localidade de Ibuguaçu, próximo ao limite sul desta unidade metalogenética. Neste local, a mineralização continua formada por duas camadas de quartzitos, ainda intercaladas nos gnaisses e migmatitos. Inversamente ao verificado a norte de Granja, em Ibuguaçu, a camada menor é a de noroeste. Esta camada tem uma extensão de 10 km enquanto que a de sudeste tem 20 km, aproximadamente. Deste local para sudoeste, a Banda Metalogenética Ibuguaçu—Jericoacoara desaparece por sob os sedimentos paleozóicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

#### C) Banda Metalogenética Pitimbu—Parazinho

Esta banda metalogenética é a mais oriental de todas as componentes da Faixa Metalogenética Granja. Tem direção geral NE-SO e está balizada pela zona de cisalhamento de Granja.

É formada por um quartzito ferrífero, onde o teor em ferro não ultrapassa 30% nas zonas mais ricas. Em geral, o teor em ferro das mineralizações desta banda metalogenética é bem inferior àquele valor, não tendo, portanto, tais mineralizações, importância do ponto de vista econômico.

Embora a unidade tenha 65 km de comprimento, a zona ferrífera mostra-se descontínua, constituindo apenas dois jazimentos. Um na extremidade nordeste desta banda e o outro em sua extremidade sudoeste, na região de Pitimbu. Deste local para sudoeste a banda metalogenética é recoberta pelos sedimentos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, à semelhança das duas unidades anteriores.

#### 1.2.4.2.2 — Faixa Metalogenética Forquilha

Esta unidade metalogenética, ainda pouco conhecida, ocupa a porção centro-sul da área mapeada e tem continuidade sul, penetrando na Folha SB.24.

Com extensão maior na direção N-S, aproximadamente 60 km, a unidade metalogenética se distribui superficialmente de modo irregular, assumindo formas caprichosas segundo a litologia que a compõe.

De natureza metalogenética essencialmente calcário-dolomítica, encerra ainda pequenos jazimentos de cianita, classificados como indícios.

Dentro desta unidade metalogenética foi identificada e caracterizada uma unidade menor, denominada Banda Metalogenética Trapiá—Bartolomeu.

#### A) Banda Metalogenética Trapiá—Bartolomeu

Litologicamente, trata-se de uma seqüência calcário-dolomítica, intercalada nos quartzitos, xistos e gnaisses biotíticos e granatíferos, que compõe a unidade litológica situada nas proximidades do bordo oeste do maciço granítico-migmático de Itapajé.

Esta unidade metalogenética encerra em seu domínio pequenos jazimentos e indícios de mineralizações de natureza calcário-dolomítica e cianítica.

A melhor área de exposição das mineralizações desta entidade está no nariz da estrutura em anticlinal de Forquilha, onde foram identificados dois horizontes subaflorentes, um horizonte calcário cinza e outro calcário branco sacaróide.

O horizonte calcário cinza é finamente estratificado com intercalações de finos leitos pelíticos. Este calcário vem sendo utilizado em alguns pequenos fornos para a fabricação de cal.

O horizonte calcário branco sacaróide não mostra sinais de estratificação. É piritoso e altamente "sulfídrico", exalando cheiro forte ao impacto do martelo.

Mineralizações de cianita foram verificadas no flanco oeste da estrutura em anticlinal de Forquilha. A cianita ocorre disseminada ou como pequenos bolsões em quartzitos e gnaisses biotíticos e granatíferos que se estendem do riacho Salgado, próximo à localidade homônima, até a região do povoado de Trapiá. Apesar das dimensões da área de ocorrência serem, em princípio, importantes, os baixos teores em cianita e a irregularidade de sua distribuição prejudicam o jazimento, diminuindo seu valor real e tornando duvidosa sua importância potencial. Realmente, pelo constatado, não se pode atribuir a estas mineralizações mais que a classificação de indícios.

A cianita ocorre em cores variadas, tendo sido encontrada cianita cinza-azulado, azul e branco-amarelada. O hábito radial com forma de rosácea é freqüentemente encontrado e muito típico da cianita.

Esta mineralização é tipicamente sedimentar metamórfica e deve sua formação à ação do metamorfismo regional sobre fácies sedimentares excepcionalmente aluminosas concentradas na seqüência psamítico-pelítica atualmente representada pelos quartzitos e gnaisses biotíticos e granatíferos que a encaixam

#### 1.2.4.2.3 — Faixa Metalogenética Caxitoré

A Faixa Metalogenética Caxitoré está situada no bordo sudeste do maciço de Itapajé. Sua extensão longitudinal é de aproximadamente 110 km segundo a direção NE-SO, enquanto que sua largura média é de 14 km. Apresenta continuidade na Folha SB.24.

Litologicamente, esta unidade é constituída por uma seqüência de quartzitos, biotita-granada-xistos, gnaisses feldspatizados, anfíbolitos e rochas calcossilicatadas que, estruturalmente, formam uma estrutura tipo quilha sinclinal cujo flanco oeste é invertido e mergulha contra aquele maciço granítico-migmático.

Sua natureza metalogenética é exclusivamente calcário-dolomítica, com mineralizações de caráter estratiforme.

#### A) Banda Metalogenética Juá—Umirim

Esta banda metalogenética caracteriza-se por apresentar uma extensão longitudinal bem superior à largura: sua extensão é de aproximadamente 100 km enquanto que sua largura máxima não ultrapassa 10 km.

São distintos nesta unidade três ramos: o de Umirim—Vila Soares; o de Caxitoré e o de Juá.

O ramo Umirim—Vila Soares é o mais extenso, com cerca de 40 km de comprimento, sendo caracterizado por cinco pequenos jazimentos. A direção geral deste ramo é NE-SO e, apesar de ser subafiorante, pode ser facilmente seguido no campo.

Os jazimentos deste ramo, todos de caráter estratiforme e tamanho pequeno, são explorados em pequena escala para o fabrico de cal.

O segundo ramo, Caxitoré, apesar de ter um comportamento estrutural completamente diverso do anterior, sendo-lhe, inclusive, ortogonal, é, sem dúvida alguma, sua continuidade para sul.

A extensão deste ramo atinge no máximo 35 km. O número de jazimentos, também classificados como pequenos, é cinco e é menos explorado economicamente que o ramo Umirim—Vila Soares.

A oeste do ramo Caxitoré, encontra-se a continuidade desta banda metalogenética, na localidade de Juá. Este ramo, mais ocidental, é caracterizado por três jazimentos de calcário dolomítico que se alinham segundo a direção NE-SO, acompanhando o flanco oriental do maciço de Itapajé. Sua extensão é de 20 km.

#### 1.2.4.2.4 — Banda Metalogenética Araras—Maranguape

É caracterizada por um nível calcário-dolomítico que se situa nos bordos de uma estrutura em sinclinal, localizada entre a serra de Maranguape e a serra das Araras. A estrutura sinclinal é complexa, sendo sua parte central microdobrada, dando origem a estruturas menores de 300 a 600 m de largura e 5 a 10 km de comprimento. A sinclinal principal tem o eixo na direção nordeste-sudoeste, é aberta para nordeste, tem uma largura média de 10 km e uma extensão, ao longo do eixo, de aproximadamente 35 km.

A banda metalogenética tem início no flanco oriental da serra das Araras, continua para sudoeste, passa a 3 km da extremidade sul da serra das Danças, tomando então a direção sudeste. Dali em diante a banda metalogenética faz uma volta de 180°, assumindo a direção nordeste que se prolonga contínua e linearmente pelo bordo ocidental da serra de Maranguape até ser recoberta, a norte, pelos sedimentos Barreiras. A banda metalogenética retificada mostra ter uma extensão de aproximadamente 70 km ao longo da qual são encontrados um pequeno jazimento de amianto, dois indícios de talco e três de calcário dolomítico. Todos estes jazimentos e indícios minerais estão localizados num mesmo horizonte litológico cuja variação faciológica é nitidamente caracterizada pela passagem do amianto para o talco, e deste para o calcário dolomítico. Este comportamento é visível ao longo da banda metalogenética a partir do jazimento amiantífero do bordo oriental da serra das Araras até o jazimento calcário dolomítico do bordo ocidental da serra de Maranguape. Outro aspecto metalogenético peculiar desta unidade é o fato dela ser amiantífera e talcífica somente na sua porção oeste; o flanco leste da banda metalogenética é somente calcário dolomítico, faltando completamente o talco e o amianto.

O jazimento de amianto desta banda metalogenética é de natureza tremolítico-actinolítica; tem estrutura de dois tipos, *cross-fiber* e *slip fiber*. A coloração varia de creme a esverdeado; as fibras são pequenas e muito quebradiças, só ultrapassando 0,01 m muito raramente. Em geral o tamanho da fibra é sempre menor de que 0,01 m. O jazimento é lenticular, pequeno e delgado, não devendo sua extensão atingir 800 m.

A sudoeste deste jazimento, ao longo do mesmo horizonte litológico, a mineralização amiantífera desaparece para dar lugar à mineralização talcífica.

Esta mineralização é caracterizada por uma lente de forma tabular de talco branco-amarelado e, em alguns locais, esverdeado, com textura fibrosa e/ou maciça. O minério não é de boa qualidade, apresentando impurezas de mica, tremolita, actinolita e uma pequena quantidade de quartzo. As dimensões do corpo mineralizado são reduzidas. Estimamos sua extensão em torno de 300 m e espessura aparente da ordem de 1 a 1,5 m.

Deste local talcífero para sudoeste a banda metalogenética deixa de ser amianto-talcífera, passando a guardar uma natureza eminentemente calcária dolomítica.

Três jazimentos principais desta natureza foram determinados.

A aproximadamente 5 km ao sul do jazimento de talco encontra-se uma camada lenticular de calcário dolomítico. Este calcário é branco-acinzentado e está intercalado em gnaisses biotítico-hornblêndicos, tendo direção geral nordeste-sudoeste. A extensão da camada lenticular é de aproximadamente 2 km.

Após este jazimento a camada dolomítica desaparece voltando a aflorar a 7 km ao sul da anterior. Ali, por se encontrar no nariz da sinclinal, cujo dobramento é acompanhado pela banda metalogenética, a camada de calcário dolomítico assume a direção noroeste-sudeste.

O jazimento é da mesma natureza do anterior e apresenta as mesmas características.

A partir deste local a camada novamente desaparece para tornar a aparecer 6 km depois sempre ao longo do mesmo horizonte. Este jazimento situado já na outra aba da sinclinal é menor que os dois outros. Neste local a banda metalogenética volta a ter direção NE-SO, permanecendo assim ao longo da borda ocidental da serra de Maranguape até ser encoberta pelos sedimentos do Grupo Barreiras.

#### 1.2.4.2.5 — Banda Metalogenética Cruz do Matias

Esta pequena área manganésifera faz parte de uma unidade mineralizada maior cuja porção mais caracterizada se situa na Folha SB.24, nos municípios de Aracoíaba, Pacajus, Itapiúna e Canindé. A Banda Metalogenética Cruz do Matias marca o limite norte-ocidental da unidade maior e é caracterizada por dois pequenos jazimentos: o jazimento da fazenda Oriente e o jazimento da fazenda Maranata. A banda metalogenética tem direção geral NE-SO e mergulha para SO.

O jazimento da fazenda Oriente é formado por uma lente de manganês pirolusítico mergulhando 30° para E-SO.

A mineralização em superfície é caracterizada por um cordão de blocos manganésíferos, alinhados conforme a direção geral da banda metalogenética e ocupando uma área aproximada de 200 m de comprimento por 40 m de largura. A espessura da mineralização é muito difícil de ser determinada na superfície; estimamos em, no máximo, 2 m.

O minério, duro, compacto, negro, formou-se pela alteração superficial de um nível litológico especial de natureza quartzosa primitivamente rico em material manganésífero que os processos metamórficos transformaram em gnaisses a espessartita.

A ação dos processos de intemperismo sobre este nível espessartítico originou também uma couraça negra manganésifera que recobre quase totalmente a camada de minério. A espessura deste capeamento é de 1 m em média e ocupa quase toda área do jazimento, 8.000 m<sup>2</sup>. A carapaça manganésifera é formada por concreções botroidais de manganês e canga com seixos arredondados e angulosos do gnaisses e do próprio minério.

O teor do corpo mineralizado é baixo, em média 15% Mn, e a taxa de sílica muito alta, média de 31,3% SiO<sub>2</sub> (Braga *et alii*, *op. cit.*)

O jazimento de Maranata situa-se a sudoeste, a aproximadamente 2,5 km do anterior. Constitui a continuidade para sudoeste da banda metalogenética que deste local se prolonga subafiorante para a Folha SB.24.

O tipo do jazimento é idêntico ao da fazenda Oriente. Constitui-se de pequenos afloramentos os quais caracterizam uma lente

manganesífera de 250 m de comprimento e de 1 a 2 m de espessura aparente. A largura em superfície da mineralização alcança até 40 m. Isto deve-se a blocos manganesíferos deslocados, dando uma impressão falsa da espessura da mineralização.

O mineral minério é principalmente a pirolusita. Em alguns locais do corpo ainda se consegue distinguir restos da litologia que contém a mineralização: trata-se de um quartzito gnaissificado com porfiroblastos de espessura. Análises químicas do minério deste jazimento acusaram teores de 19,2% e 32,8% de  $\text{SiO}_2$ . Nota-se, portanto, que para sul a banda metalogenética tende a se enriquecer. Isto realmente é verídico pois verificou-se que os jazimentos manganesíferos mais meridionais, já na Folha SB.24, atingem teores de 32% Mn. Um fato metalogenético que deve ser mencionado é a persistente associação de grafita neste jazimento e a falta completa de ferro. Quando este último ocorre, muito raramente, o faz na forma de pequenos botróides de limonita.

#### 1.2.4.2.6 — Banda Metalogenética Boqueirão—Catuana

Esta banda metalogenética tem dois ramos distintos. Um mais oriental, passando por Boqueirão e serra das Danças, constituído por dois jazimentos que se estendem descontinuamente ao longo de uma extensão aproximada de 20 km.

A direção da banda metalogenética não é única. Este bordo oriental tem duas direções; de Boqueirão para a serra das Danças a direção é NE-SO acompanhando o mesmo *trend* estrutural do flanco ocidental da Banda Metalogenética Araras—Maranguape. Na altura da extremidade sul da serra das Danças, a banda metalogenética sofre uma reflexão estrutural e muda sua direção para NO-SE seguindo até o sul de Sítio Novos. Neste local ocorre uma nova mudança estrutural, voltando a banda metalogenética a adquirir novamente a direção NE-SO.

O ramo ocidental desta banda metalogenética é menor do que o ramo oriental e tem menor número de jazimentos.

Ela é bem caracterizada na região de Catuana. É formada por quatro jazimentos que se estendem, descontinuamente, por 25 km. Suas características estruturais são as mesmas do ramo oriental, ou seja: tem direção variada de NE-SO para NO-SE em função das sinuosidades estruturais da região.

Estruturalmente a Banda Metalogenética Boqueirão—Catuana situa-se na periferia interna de uma sinclinal, na qual também se localizam as Bandas Metalogenéticas de Cruz do Matias e de Araras—Maranguape. Este fato confere à Banda Metalogenética Boqueirão—Catuana uma posição estratigráfica inferior em relação às duas outras.

#### 1.2.4.3 — Unidades metalogenéticas taxonômica e hierarquicamente não definidas

Até o presente momento, é impossível enquadrar na classificação taxonômica e hierárquica das unidades metalogenéticas aqui adotadas as mineralizações ferrotitaníferas aluvionares, motivo pelo qual foram isoladas na legenda do mapa e neste relatório como Unidades Metalogenéticas Taxonômica e Hierarquicamente Não Definidas.

##### 1.2.4.3.1 — Mineralizações ferrotitaníferas aluvionares dos rios São Gonçalo, Curu e Acaraú

O titânio nas formas mineralógicas da ilmenita e do rutilo foi encontrado nos sedimentos aluvionares dos rios São Gonçalo, Curu e Acaraú.

Ele ocorre praticamente ao longo de todo o curso destes rios, tanto no curso alto, como no médio e baixo. Não foi encontrado nenhum local em que se determinasse um teor razoável ou um volume importante de ilmenita/rutilo. As áreas de sua ocorrência realmente são bastante extensas mas a concentração de ilmenita/

rutilo é muito baixa e a espessura média da aluvião mineralizada é também pequena.

Prognósticos metalogenéticos para estas áreas titaníferas aluvionares são muito difíceis de serem emitidos em virtude de não ter sido possível realizar-se um estudo de prospecção aluvionar sistemático. Dos poços que foram realizados quase nada pôde ser deduzido com segurança. Foram feitos estudos expedidos nos sedimentos da zona intertidal em Luiz Correia, barra do rio Acaraú, desembocadura do rio Coreau e Itarema; foram ainda estudadas as dunas, paleodunas e dunas recentes, e as próprias aluviões. Em qualquer destes ambientes não se conseguiu determinar nenhuma mineralização interessante.

Costa *et alii* (1973), através de uma pesquisa mais demorada, encontraram a 2 km a sudoeste do vilarejo de Bitupitá, na ponta do Timonha, finos leitos acamados em sedimentos arenosos de dunas. Ainda estes autores citam que ao sul da ilha das Canárias (Maranhão) ocorrem minerais titaníferos também em areias de dunas.

#### 1.2.4.4 — Jazimentos isolados

##### A) Jazimento Amiantífero de Maranguape

Este jazimento é um indício segundo a classificação de importância aqui adotada.

Está localizado em terras da fazenda São Francisco, distando de Maranguape aproximadamente 3 km.

O amianto é do tipo antofilitico, de qualidade fraca, de fibra pequena e quebradiça.

Uma análise deste amianto efetuada pelo Projeto Fortaleza deu o seguinte resultado:  $\text{SiO}_2$  — 55,90%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,90%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 1,80%;  $\text{FeO}$  — 2,20%;  $\text{CaO}$  — 0,90%;  $\text{MgO}$  — 29,30%;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 0,10%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 0,20% e umidade — 0,01.

##### B) Jazimento Amiantífero de Itapipoca

Como o anterior, este jazimento também é um indício.

Localiza-se em domínio da fazenda Lagoinha a aproximadamente 13 km a norte de Itapipoca.

O amianto é antofilitico com pequenas porções de natureza tremolítica. As fibras são do tipo *cross-fiber*, quebradiças e longas. Ocorre na forma de bolsões pequenos semelhantes a *pods*.

Este indício está associado a um pequeno corpo intrusivo de natureza gabróica muito alterado e silicificado. Não é um amianto formado a expensas de calcário dolomítico ou dolomito pela ação do metamorfismo regional.

Uma análise química efetuada pelo Projeto Fortaleza acusou este resultado:  $\text{SiO}_2$  — 57,40%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 1,50%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 3,80%;  $\text{FeO}$  — 4,20%;  $\text{CaO}$  — 0,20%;  $\text{MgO}$  — 27,20%;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 0,07%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 0,06% e umidade — 1,50.

##### C) Jazimentos Diatomíferos das Lagoas Comprida, Baixo e Lama Preta

Foram identificados três jazimentos isolados: jazimentos da lagoa de Baixo, da lagoa Comprida e da lagoa Lama Preta. Todos estes jazimentos são lagunares. Quanto à forma, eles são: amebóide — jazimento da lagoa Comprida; e circular — jazimentos das lagoas de Baixo e Lama Preta.

Em volume de diatomito o mais importante é o da lagoa Comprida, com 78.000 m<sup>3</sup>, seguindo-se o da lagoa de Baixo com 21.000 m<sup>3</sup>. Não se conhece a reserva do jazimento da lagoa Lama Preta.

#### 1.2.5 — ÁREAS MINERALIZADAS E PREVISIONAIS

No desenvolvimento de uma pesquisa metalogenética de caráter provisional, a caracterização da metalogenia provisional é feita através da definição de áreas cuja essência de seus fatos geológicos

cos, comprovados, determina suas possibilidades de conter mineralizações.

Mediante este princípio e de acordo com a natureza desses elementos geológicos disponíveis, definimos e classificamos cinco tipos de áreas mineralizadas e previsionais: Área Real, Área Potencial, Área Possível, Área Deficiente e Área Pouco Conhecida.

Área Real é qualquer área mineralizada cuja ordem de suas reservas e recursos minerais é numericamente determinada ou pode ser avaliada geologicamente. Qualquer Área Metalogenética Real não é necessariamente aproveitável do ponto de vista econômico. Como exemplo citamos as áreas titaníferas, aluvionares, dos rios São Gonçalo, Curu e Acaraú. Estes rios têm suas aluviões todas mineralizadas, tendo porém importância econômica negativa em virtude do baixo teor de ilmenita/rutilo e da pequena espessura da mineralização. Suas reservas não são conhecidas numericamente mas podem ser avaliadas geologicamente.

Área Potencial é qualquer área na qual são conhecidos indícios ou pequenas ocorrências e cujo ambiente geológico induz ser po-

tencialmente portadora de mineralizações mais importantes. Além destas evidências diretas uma Área Potencial é também determinada através de evidências indiretas como a geofísica, a geoquímica, a pedologia, a geobotânica etc.

Em nossos estudos as áreas metalogenéticas potenciais foram definidas sempre a partir de locais mineralizados.

Área Possível é determinada com base na interpretação metalogenética. Pode não ter nenhuma mineralização conhecida, porém seu ambiente geológico indica a possibilidade da existência de mineralizações.

Área Deficiente é qualquer área cujo ambiente geológico nos leva a descrever de suas possibilidades como agente formador de jazimentos minerais.

Área Pouco Conhecida é qualquer área cujo nível atual de informações geológicas é insuficiente para a determinação da possibilidade de existência de mineralizações.

### 1.3 — POTENCIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

#### 1.3.1 — INTRODUÇÃO

O estudo da disponibilidade e do uso da água, nas regiões semiáridas do Brasil, concentra esforços de entidades especialmente mantidas com finalidade de planejá-lo e implementá-lo. Os resultados ora apresentados pelo Projeto RADAMBRASIL buscam oferecer aos interessados uma visão genérica, exploratória e quantitativa do potencial dos recursos hídricos, elaborada a partir de informações geradas pelo próprio Projeto, dentro do caráter regional que norteia o seu levantamento. Portanto, destina-se, este estudo, a incorporar ao conjunto do levantamento dos recursos naturais brasileiros mais uma informação: o potencial dos recursos hídricos, tão essencial ao desenvolvimento das atividades humanas.

Atividade diretamente coordenada pela Divisão de Geologia e Divisão do Uso Potencial da Terra e indiretamente pelas demais divisões técnicas do Projeto RADAMBRASIL, que colaboraram na execução e avaliação do potencial dos recursos hídricos, em metodologia peculiar à filosofia do Projeto e à escala de trabalho, assim como às condições de sua realização.

A bacia hidrográfica é tradicionalmente considerada como a unidade fisiográfica mais conveniente para o planejamento dos recursos hídricos, por constituir-se em sistema aberto de fluxo hídrico, a montante do ponto onde a vazão do curso principal é medida. Portanto, o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica pode ser avaliado através dos atributos fisiográficos inerentes à área da bacia e aferido através dos registros fluviométricos.

A avaliação do potencial dos recursos hídricos ora apresentada não segue as linhas da hidrologia dita clássica, pois fatores como a exiguidade de tempo e a carência de registros fluviométricos impediram sua realização. Entretanto, considerando-se a escala de trabalho (1:250.000) e a de publicação (1:1.000.000), esta avaliação foi feita pelo tratamento das informações disponíveis, ao nível da bacia hidrográfica.

A visão integrada entre as fases de precipitação, escoamento superficial, infiltração e armazenamento de água foi a motivação constante da proposta metodológica ora desenvolvida, a partir da qual sugere-se um diagnóstico do comportamento hidrológico global, avaliando-se o seu potencial.

#### 1.3.2 — OBJETIVO

Delimitar quantitativamente o potencial hídrico de superfície e subterrâneo, visando a seleção de área com vocação hídrica di-

ferenciada, como suporte à implantação de atividades que necessitem do mineral água como insumo básico.

#### 1.3.3 — MATERIAL

Imagem de radar/SLAR (1:250.000); mapa geológico (1:250.000); cartas topográficas (1:100.000); mapa de solos (1:250.000); mapa de vegetação (1:250.000); mapa geomorfológico (1:250.000); mapa de excedentes hídricos (1:250.000); mapa de isoietas (1:250.000); dados de poços perfurados na área e de sondagens executadas; dados de escoamento fluvial; e observações de campo.

#### 1.3.4 — METODOLOGIA — ÁGUAS SUBSUPERFICIAIS

##### 1.3.4.1 — Justificativa

A escala de trabalho adotada pelo Projeto RADAMBRASIL permite uma primeira aproximação quanto à diferenciação de áreas, com diferente potencial hidrológico. Portanto, os resultados pretendidos pela metodologia ora proposta possuem restrições impostas pela escala de trabalho e, ainda mais, pela de publicação (1:1.000.000). Acresce a este fato a impossibilidade material de se realizar uma série de testes e medições impostas pela natureza do objeto em estudo; tanto quanto ao tempo disponível para sua realização, quanto à insuficiência de equipamentos destinados a tais aferições.

O caráter genérico (limitação escalar) e expedito (limitação tecnológica/temporal), imposto ao trabalho, induziu a adoção de metodologia que explora o máximo das informações geradas nas diversas divisões técnicas do Projeto, assim como aquelas de interesse encontradas em outros órgãos ou as já publicadas.

A diretriz que norteia a presente metodologia apóia-se na perspectiva de que as características dos aquíferos subterrâneos e dos mananciais de superfície refletem o comportamento integrado dos fatores ambientais interferentes na quantidade e qualidade dos referidos aquíferos.

##### 1.3.4.2 — Definição dos parâmetros

Os elementos utilizados para a caracterização e processamento das áreas diferenciadas propiciam dois tipos de parâmetros: de determinação e de controle.

##### 1.3.4.2.1 — Parâmetros de determinação

São parâmetros físicos, dimensionais ou não, que definirão as áreas homogêneas com seu respectivo potencial hidrogeológico,

pois interferem, direta ou indiretamente, nas propriedades hidráulicas do aquífero subterrâneo, como se segue:

#### A) Unidade geológica (UG)

É uma unidade lito e cronoestratigráfica obtida a partir do Mapa Geológico (formação, grupo, etc.), representada por um símbolo e descrita no relatório da Divisão de Geologia. Para fins de melhor elucidação hidrogeológica, a mesma será dividida em unidades, dentro de uma mesma bacia, permitindo um tratamento mais adequado das informações. Os aquíferos recebem as mesmas denominações das unidades definidas pelo Mapa Geológico.

#### B) Fraturamento (F)

O fraturamento é avaliado através da quantificação do número e da extensão de todos os tipos de rupturas apresentadas pelo Mapa Geológico, na escala de 1:250.000.

#### C) Área da unidade (A)

Determinada através do cálculo planimétrico da unidade e apresentada em km<sup>2</sup>

#### D) Litologia e/ou estratigrafia (L/E)

Este item é considerado levando-se em conta a aptidão das rochas ou sedimentos em armazenarem água, atribuindo-se os seguintes pesos:

Litologia	Peso
Arenito conglomerático .....	7-10
Arenito brechóide .....	7-10
Arenito grosseiro .....	8-9
Arenito médio .....	6-7
Arenito fino .....	4-5
Arcóseo .....	6-7
Siltito .....	1-2
Argilito .....	1
Calcário .....	1-2
Folhelho .....	1
Grauvaca .....	1
Ígneas .....	1
Metamórficas (variando em função da lineação) .....	1-3

#### E) Solos (S)

A participação do solo é avaliada pela sua característica textural, atribuindo-se os seguintes pesos, dentro de cada unidade pedológica:

textura argilosa e muito argilosa .....	1
textura média .....	5
textura arenosa .....	10

Considerando-se o nível exploratório de mapeamento adotado pela Divisão de Pedologia do Projeto RADAMBRASIL (vide 3 — Pedologia), as unidades são agrupadas em associações, onde a primeira é dominante, com mais de 50% de expressão areolar. A atribuição dos pesos às associações de unidades pedológicas é assim expressa:

$$\text{Peso} = \frac{dx2 + b_1 + 2 + b_2 + 2 + \dots + b_n + 2}{n}$$

onde: n = número de ocorrências  
d = tipo de solo dominante  
b = tipo de solo subdominante

As classes texturais foram definidas a partir das análises efetuadas pela Divisão de Pedologia, como se segue:

textura muito argilosa =	60% de argila
textura argilosa =	35 a 60% de argila
textura média =	15 a 35% de argila
textura arenosa =	<15% de argila

#### F) Geomorfologia (G)

O mapeamento das formas de relevo, efetuado pela Divisão de Geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL (vide 2 — Geomorfologia), permite avaliar, de maneira aproximada, a declividade do terreno. Este dado é de grande importância, considerando-se que a taxa de infiltração é inversamente proporcional à declividade. Os diferentes pesos foram atribuídos segundo a Tabela 1. LIV.

#### G) Vegetação e uso atual da terra (V)

A interferência da cobertura vegetal, natural ou artificial, no comportamento do ciclo hidrológico, prende-se ao fato de que, quanto maior for o volume da sua biomassa e a densidade da cobertura, maior será o grau de retenção de água no solo, dificultando o escoamento superficial, existindo, portanto, maior probabilidade de alimentação dos aquíferos pelos excedentes hídricos.

O volume de água, aduzido à subsuperfície quando relacionado com a vegetação, pode receber as influências que se seguem:

— aumento de permeabilidade do terreno, em função da desagregação granulométrica do solo, através da ação mecânica das raízes. Conseqüentemente haverá a possibilidade de aumento do fluxo de água no terreno;

— interceptação direta do impacto pluvial, diminuindo a velocidade do escoamento difuso, contribuindo assim em fator positivo associado do armazenamento da água; e

— aumento da evaporação por transpiração, efetuando um papel de "bombeamento" da água da zona das raízes em direção à atmosfera. Este fator, apesar de negativo, não possui real interferência na abordagem da vegetação, já que é considerado no balanço hídrico (evapotranspiração).

São os seguintes os pesos atribuídos, através da legenda adotada para a Folha SA.24 Fortaleza (vide 4 — Vegetação):

#### SISTEMA NATURAL

Região da Savana (Cerrado) — Arbórea Densa, Sd = 7; e Arbórea Aberta sem Floresta-de-Galeria, Sas = 5.

Região da Estepe (Caatinga) — Arbórea Densa sem Palmeira, Eds = 4; Arbórea Densa com Palmeira, Edp = 5; Arbórea Aberta sem Palmeira, Eas = 3; Arbórea Aberta com Palmeira, Eap = 4; Parque sem Palmeira, Eps = 3; e Parque com Palmeira, Epp = 4.

Áreas das Formações Pioneiras — Influência marinha (restinga) Arbórea, Pma = 8; Influência marinha (restinga) Arbustiva, Pmb = 4; e Influência fluviomarina (mangue) Arbóreo, Pfm = 10.

Áreas de Tensão Ecológica — Contato Savana/Estepe: Savana Arbórea Aberta sem Floresta-de-Galeria, Sas = 4; Savana Parque sem Floresta-de-Galeria, Sps = 3; Estepe Arbórea Aberta sem Palmeira, Eas = 3; Estepe Arbórea Aberta com Palmeira, Eap = 3; Estepe Parque com Palmeira, Epp = 2; e Ecotono, SE = 5. — Contato Savana/Floresta Estacional: Savana Arbórea Aberta sem Floresta-de-Galeria, Sas = 6; e Ecotono, SN = 6. — Contato Estepe/Floresta Estacional: Estepe Arbórea Aberta sem Palmeira, Eas = 5; e Ecotono, EN = 5. — Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional: Ecotono, SEN = 4. — Contato Savana/Restinga: Ecotono, SP = 4. — Contato Floresta Estacional/Restinga: Ecotono, NP = 6.

Refúgio Ecológico — Montano Herbáceo, rmh = 2.



TABELA 1.LIV  
Pesos das formas geomorfológicas

PESO	DE ACUMULAÇÃO	EROSIVAS	DISSECADAS		
			Tabulares (interflúvios)	Convexas (colinas)	Aguçadas (cristas)
1					
2					a15, a14, a13 e a25
3					a12, a21 e a23
4					a11, a22 e a35
5			t15, t14 e t25	C15, C14, C13, C12, C25, C24, C23, C35, C34 e C45	a21, a34 e a33
6			t13, t21, t24, t23 e t35	C11, C35, C55	a32, a45, a44, a43 e a42
7			t11, t22, t34, t33, t45 e t44	C22, C21, C32, C31, C44, C43, C42, C54 e C53	a31, a55, a54 e a53
8		Epd	t21, t32, t31, t43, t42, t41, t55, t54, t53, t52 e t51	C41, C52 e C51	a41, a52 e a51
9					
10	Aai, Ad, AdF, ApF, ApFI, ApFm e Apm	Et, Ei, Egi e Ep			

#### SISTEMA ANTRÓPICO

Floresta Estacional Semidecidual — Vegetação Secundária sem Palmeira, Vss = 7; e Vegetação Secundária com Palmeira, Vsp = 8.

Agricultura, Ac = 6.

#### H) Precipitação (P)

Considera-se precipitação média anual, em mm, atribuindo-se os seguintes pesos para os intervalos:

INTERVALO (mm)	PESO
3.000,0	10
2.662,5 — 3.000,0	9
2.325,0 — 2.662,5	8
1.987,5 — 2.325,0	7
1.650,0 — 1.987,5	6
1.312,5 — 1.650,0	5
975,0 — 1.312,5	4
637,5 — 975,0	3
300,0 — 637,5	2
< 300,0	1

#### I) Volume de precipitação (Vp)

É a média de lâmina de água precipitada sobre uma área, definida pela fórmula:

$$Vp = A \times P$$

onde Vp = Volume de água em m<sup>3</sup>

A = Área da subunidade considerada em m<sup>2</sup>

P = Precipitação média anual em m

#### J) Excedente hídrico (H)

É a quantidade de água pluvial que, nos meses chuvosos, é destinada ao escoamento e à infiltração, subtraída a evapotranspiração real.

Os pesos para o excedente hídrico são definidos através dos seguintes intervalos:

INTERVALO (mm)	PESO
1.500,0	10
1.312,5 — 1.500,0	9
1.125,0 — 1.312,5	8
937,5 — 1.125,0	7
750,0 — 937,5	6
562,5 — 750,0	5
375,0 — 562,5	4
187,5 — 375,0	3
10,0 — 187,5	2
< 10,0	1

#### L) Espessura da camada saturada (C)

A espessura da camada saturada é o elemento básico que define a profundidade econômica da exploração.

A anisotropia geológica das rochas que contêm as formações aquíferas ocasiona um tratamento diferenciado em sua quantificação e exploração.

Nos terrenos de rochas cristalinas (ígneas e metamórficas) a capacidade de armazenamento está diretamente ligada à presença de rupturas. Na presente avaliação este parâmetro é determinado através de dados estatísticos de poços, anteriormente perfurados na área, por organizações públicas e particulares.

Existem, contudo, certas áreas com ausência completa de tais dados, onde se faz necessária uma detalhada fotointerpretação radar-geológica; interpretação esta que objetiva a demarcação das rupturas e conjuntos de rupturas, para posterior quantificação.

Segundo Siqueira (1967), a profundidade útil de armazenamento em Fendas é estimada em 5% de sua extensão.

$$\text{Isto é: } p = \frac{1}{20} \cdot e$$

sendo p = profundidade útil de armazenamento em fendas  
e = extensão da fenda ou rupturas

Nos terrenos sedimentares, a espessura da camada saturada pode ser determinada através de métodos geofísicos (eletroresistividade principalmente) e também por perfurações. Tais métodos mostram a espessura da camada saturada, no aquífero.

Para os aquíferos confinados, a espessura da camada saturada (lâmina de água) depende basicamente da espessura do próprio pacote sedimentar aquífero.

No caso de estudos estatísticos, em terrenos sedimentares, há certa dificuldade, em face do grande número de poços que não atravessam completamente toda a espessura da lâmina de água; geralmente a perfuração é concluída logo após a produção de água alcançar volume suficiente.

#### M) Taxa de infiltração (Ti)

Infiltração é a quantidade de água da superfície que se infiltra no solo e contribui efetivamente para a alimentação das águas subterrâneas. Este dado é extremamente importante e sua estimativa é sempre delicada. A infiltração pode se estimar diretamente a partir da precipitação pluviométrica.

Neste caso é obtida pela diferença entre a pluviometria e a quantidade de água que esco superficialmente e perdas por evapotranspiração real.

$$I = P - (R + ER)$$

I = infiltração

P = pluviometria

R = escoamento superficial

ER = evapotranspiração

Como geralmente I representa uma pequena fração de P e o cálculo de R e de ER se faz com um certo erro, o valor de I, obtido por diferença, é afetado por um erro relativo importante, que pode atingir facilmente 100%

A razão de infiltração é definida em função da Vazão de Escoamento Natural (Ve) e do Volume de Precipitação (Vp), sendo este binômio função das seguintes variáveis: permeabilidade, porosidade, índice de fraturamento e área de precipitação.

Os pesos atribuídos estão subordinados à realidade geológica da área em estudo, contudo, para efeitos unicamente hidrogeológicos considera-se que a quantidade de água que se infiltra é igual à que se esco. Isto não corresponde à realidade, porém, é um artifício válido e muito usado na literatura hidrogeológica. Tal artifício é utilizado em virtude da ausência de instrumentos hábeis.

$$\text{Então: } T_i = \frac{V_e}{V_p} \times 100$$

$$T_i \propto V_e$$

$$T_i \propto \frac{1}{V_p}$$

No embasamento cristalino de regiões de clima semi-árido de alta taxa de evapotranspiração a infiltração será determinada, tendo como suporte os dados estatísticos dos poços perfurados. Estes apresentam uma espessura restituída média anual em torno de 1,8 m, para um coeficiente de armazenamento médio de  $4 \times 10^{-3}$ .

A taxa de infiltração será determinada pela seguinte fórmula:

$$I = \frac{S \times C}{P} \times 100$$

I = taxa de infiltração expressa em percentagem

S = coeficiente de armazenamento médio para os escudos cristalinos antigos  $4 \times 10^{-3}$

C = espessura restituída em metros.

P = precipitação pluviométrica média anual expressa em metros

#### N) Escoamento superficial (Es)

Constitui-se na parcela de água do excedente hídrico que não se destina à alimentação dos aquíferos. Aqui, o escoamento superficial é utilizado no sentido amplo, o mesmo que se dá ao conceito de *runoff*.

O escoamento superficial é calculado pela fórmula:

$$E_s = H - T_i$$

Onde:  $E_s$  = escoamento superficial

H = excedente hídrico

$T_i$  = taxa de infiltração

O peso deste fator é igual ao de  $T_i$ , pois, do ponto de vista hidrogeológico, o  $E_s$  tem peso inversamente proporcional ao volume escoado:

$$E_s + T_i = E_{xc}$$

#### 1.3.4.2.2 — Parâmetros de controle

São parâmetros dimensionais que caracterizam, em termos médios, as unidades anteriormente definidas e refletem, em seu con-

junto, a tendência de comportamento dos aquíferos sedimentares, onde existe a possibilidade de dimensioná-los.

#### A) Transmissividade (T)

Coefficiente de transmissividade é a capacidade ou facilidade que apresentam os sedimentos de se deixarem atravessar pela água.

$$T = K \cdot m$$

T = transmissividade

K = coeficiente de permeabilidade

m = espessura do material

unidade:  $m^2/hora$ ,  $m^2/dia$ ,  $m^2/seg$

TRANSMISSIVIDADE				
Ótima	Boa	Regular	Má	Unidade
$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-7}$	$< 10^{-7}$	$m^2/seg$

#### B) Permeabilidade (K)

Permeabilidade é a quantidade de água que passa através da unidade de área, de secção do material, quando a perda de carga unitária é igual a 1.

K = coeficiente de permeabilidade

Q = vazão através da seção de área A do material

$$V = \frac{Q}{A} \text{ (denominado velocidade de infiltração)}$$

J = perda de carga unitária

$K = V$  para  $J = 1$

para outros valores de J, admite-se:  $V = KJ$

Esta equação exprime a Lei de Darcy para o escoamento laminar através de materiais porosos:

$$Q = KJA$$

Logo, o Coeficiente de Permeabilidade é expresso em termos de uma velocidade. É a velocidade de infiltração para uma perda de carga igual a 100%.

A permeabilidade depende da: porosidade, viscosidade, forma e arranjo interno das partículas granulares do solo e característica do fluido (peso específico).

PERMEABILIDADE				
Ótima	Boa	Regular	Má	Unidade
$10 - 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-7}$	cm/seg

#### C) Coeficiente de armazenamento ou de restituição (S)

Coeficiente de armazenamento é a função adimensional, que representa o volume de água libertado por um prisma vertical do aquífero, de base unitária e altura equivalente à espessura do aquífero, quando a superfície piezométrica é rebaixada de um comprimento unitário.

Este coeficiente exprime a capacidade de armazenamento útil de um reservatório subterrâneo, por unidade de área horizontal.

É representado pela letra **S**.

Aquífero livre:

$$S = 0,01 \text{ a } 0,35$$

Aquífero confinado:

$$S = 7 \cdot 10^{-7} \text{ a } 5 \cdot 10^{-3}$$

#### D) Vazão de escoamento natural (Ve)

Vazão de escoamento natural é o volume de água que transita livremente no aquífero durante um ano.

Tendo-se como base a Lei Darcy

$$V_e = Q = T_i L$$

$$V_e = Q = \text{vazão de escoamento natural (m}^3/\text{s)}$$

T = transmissividade ( $m^2/s$ )

i = gradiente hidráulico da superfície piezométrica

L = largura da frente de escoamento (m)

### E) Reserva permanente (Vp)

É a quantidade de água armazenada no aquífero, passível de ser restituída por gravidade (água de saturação) e por esvaziamento total do aquífero, acrescido do volume acumulado sob pressão, quando existir:

Para aquífero livre:

$$V_p = V_e \cdot S$$

$V_p$  = volume de água de saturação

$V_e$  = volume da camada saturada

$S$  = coeficiente de restituição = porosidade efetiva

Para aquífero confinado:

$$V_p = S.A.H$$

$S$  = coeficiente de armazenamento

$A$  = área do aquífero

$H$  = variação unitária do nível piezométrico

### F) Reserva explorável (Re)

Representa o volume de água subterrânea, que pode ser captado do aquífero sem haver perigo de colapso.

É um elemento de capital importância, que normaliza a economicidade das áreas sob exploração.

É de praxe calcular a reserva explorável para o período de um século, sendo determinado através da seguinte fórmula empírica:

$$Re = \frac{1/3 \cdot V_p \cdot 10^9 + V_e}{100}$$

$Re$  = reserva explorável

$V_p$  = reserva permanente

$V_e$  = vazão de escoamento natural

#### Reserva explorável

A reserva explorável para as áreas de rochas do embasamento cristalino será determinada pela fórmula:

$$Re = CAS$$

$Re$  = volume de água restituído em metro cúbico ( $m^3$ /ano)

$C$  = espessura restituída anualmente; expressa em metros (m) — 1.8 m

$A$  = área enfocada expressa em metro quadrado ( $m^2$ ) ou (mxm)

$S$  = coeficiente de armazenamento adimensional — valor médio encontrado para o embasamento cristalino.  $4 \times 10^{-3}$

A quantificação deste volume mediante o emprego desta fórmula corresponde às reservas exploráveis anualmente sem que haja risco para as reservas permanentes armazenadas.

### 1.3.4.3 — Arranjo espacial e analítico das informações

O levantamento e o tratamento dos dados básicos constituem primeira tarefa, a partir da análise das fontes de consulta bibliográfica, seguida pela sistematização dos dados existentes para os poços perfurados na área e para as medições de vazão fluvial. Ainda nesta fase, efetua-se uma avaliação do progresso das diferentes divisões técnicas do Projeto, na escala 1:250.000.

A bacia hidrográfica, unidade básica de tratamento espacial, é delimitada nas cartas planialtimétricas, na escala 1:100.000 e, posteriormente, reduzida para a escala de trabalho (1:250.000).

A unidade de tratamento espacial é definida pela variação da litologia e/ou estratigrafia, no interior da unidade básica: a bacia hidrográfica, na escala 1:250.000.

A integração analítica entre fatores de superfície (fisiográficos) e de subsuperfície (geológicos), que interferem no comportamento do aquífero, enseja o tratamento simultâneo das informações advindas destes fatores. Esta pretensão conduz a montagem de um conjunto organizado de dados, apenas informativo, para as matrizes, que possibilita a execução de cálculos e correlações.

### 1.3.4.3.1 — Matriz de caracterização

A sua montagem constitui o primeiro passo para a identificação das áreas de potencial hidrogeológico diferenciado, a nível de unidade, anteriormente definida pela variação da litologia e/ou estratigrafia, no interior da bacia hidrográfica. Portanto, cada bacia hidrográfica gera uma matriz de caracterização.

Esta matriz não se presta a cálculos; apenas revela feições fisiográficas, de cada unidade, que interessam à determinação do potencial hidrogeológico. Assim, as linhas da matriz são definidas pela variação litoestratigráfica e as colunas identificam as seguintes características: unidade geológica (UG); fraturamento (F); área da unidade, em  $km^2$  (A); litologia e/ou estratigrafia (L/E); solos (S); geomorfologia (G); vegetação e uso atual da terra (V); precipitação média anual (P); volume da precipitação média anual ( $V_p$ ); excedente hídrico médio anual (H); espessura da camada saturada ou restituída (C); taxa de infiltração (Ti); escoamento superficial (Es); e evapotranspiração real (Er).

### 1.3.4.3.2 — Matriz de determinação

Constituída por elementos quantificáveis da matriz de caracterização, através da avaliação dos seguintes parâmetros de determinação: litologia e/ou estratigrafia (L/E); solos (S); geomorfologia (G); vegetação e uso atual da terra (V); precipitação média anual (P); excedente hídrico médio anual (H); taxa de infiltração (Ti); e escoamento superficial (Es).

A matriz de determinação representa nas colunas o peso (de zero a dez) obtido pelo parâmetro considerado e, nas linhas, a unidade de tratamento espacial, definida anteriormente pela litologia e/ou estratigrafia e densidade de fraturamento.

O conjunto dos pesos atribuídos é tratado estatisticamente, através da comparação de cada linha, representativa de cada unidade, com a linha onde todos os pesos seriam máximos. A comparação é feita através do cálculo da Distância Taxonômica ou Distância Euclidiana Generalizada, através da fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}{n}}$$

onde:  $d$  = distância taxonômica

$x_i$  = unidade base da linha padrão (ideal)

$x_j$  = unidade base da linha da unidade considerada.

$n$  = número de variáveis (número de colunas).

A Distância Taxonômica entre as unidades, através dos pesos atribuídos aos diferentes parâmetros, é considerada como representativa da tendência do comportamento do aquífero delimitado pela referida unidade e, através de critério estatístico de seleção de classes, são definidas as áreas de potencial diferenciado, para o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos, pelas seguintes classes:

POTENCIAL	DISTÂNCIA TAXONÔMICA	LEGENDA EM MAPA
Muito bom	0 a 2,99	A
Bom	3,0 a 4,99	B
Médio	5,0 a 6,99	C
Fraco	7,0 a 8,99	D
Muito fraco	9,0 a 10,0	E

### 1.3.4.3.3 — Matriz de controle

A avaliação do potencial hidrogeológico, produto da matriz de determinação, pode ser confrontada com valores dimensionais expressos na matriz de controle, para as áreas sedimentares.

Nesta matriz são dimensionados os seguintes parâmetros de controle, pela ordem: transmissividade (T); permeabilidade (K); coeficiente de armazenamento ou de restituição (S); vazão de escoamento natural (Ve); reserva permanente (Vp); e reserva explorável (Re).

### 1.3.5 — METODOLOGIA — ÁGUAS SUPERFICIAIS

A proposta metodológica que define o potencial hidrogeológico já considera, entre outros parâmetros, aqueles associados mais intimamente à hidrologia de superfície, buscando uma avaliação global do comportamento dos aquíferos subterrâneos.

Considerando-se a totalidade da água precipitada, pode-se avaliar, através do cálculo do balanço hídrico, em termos médios, a quantidade evapotranspirada, assim como a disponível ao escoamento pela drenagem superficial e à infiltração em direção aos aquíferos de subsuperfície.

#### 1.3.5.1 — Justificativa

O estudo integrado entre as diversas fases do ciclo hidrológico ensejou uma abordagem em separado de sua fase superficial. Entretanto, um enfoque tradicional da matéria não foi possível, em função da insuficiência dos dados de vazão dos rios.

Assim, optou-se pelo caminho metodológico cujo objetivo é indicar parâmetros que determinam, através dos valores dos excedentes hídricos, áreas diferenciadas que revelam diferentes níveis de disponibilidade de água para o escoamento superficial e incorporação dos aquíferos subterrâneos.

O excedente hídrico, um dos produtos da avaliação do balanço hídrico, é constituído pela parcela de água disponível ao escoamento em geral (rios e mananciais de acumulação) e à infiltração nos aquíferos.

O cálculo do balanço hídrico é executado utilizando-se o método de Thornthwaite (1948), tomando-se como capacidade de retenção hídrica pelo solo o nível de 125 m, considerado média para as condições brasileiras, conforme Ribeiro & Gonçalves (1978).

A adoção deste método de avaliação do balanço hídrico deve-se à maior disponibilidade dos dados básicos necessários a seu cálculo: precipitação e temperatura. Outros métodos mais apurados existem, mas nas condições atuais e com a infra-estrutura da informática climatológica não são exequíveis.

#### 1.3.5.2 — Definição dos parâmetros

Um tratamento anterior ao parâmetro excedente hídrico (vide 1.3.4.2.1, j) foi elaborado durante a avaliação do potencial hidrogeológico. Apoiado naqueles intervalos de classe, obtiveram-se os que se seguem para a confecção do mapa de potencial hídrico de superfície:

CLASSE DE POTENCIAL HÍD. DE SUP.	ALTURA DO EXCEDENTE HÍDRICO	VOLUME DO EXCEDENTE HÍDRICO	LEGENDA EM MAPA
Muito bom	> 1.300 mm	$1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$	a
Bom	700 a 1.300 mm	$0,7 \cdot 10^6$ a $1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$	b
Médio	200 a 700 mm	$0,2 \cdot 10^6$ a $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$	c
Fraco	10 a 200 mm	$0,01 \cdot 10^6$ a $0,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$	d
Muito fraco	< 10 mm	$0,01 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$	e

É necessário considerar-se que o excedente hídrico pode ocorrer durante apenas um mês do ano ou até mesmo durante todos os meses do ano. Assim, a distribuição anual do volume de água disponível ao escoamento superficial e à incorporação aos aquíferos de subsuperfície deve ser avaliada, pois a mesma classe de potencial hídrico pode estar concentrada em poucos meses (regime torrencial) ou homogeneamente distribuída ao longo do ano (regime regular).

As classes do potencial hídrico são divididas em quatro subclasses, em função da sazonalidade do excedente hídrico, isto é, do número de meses do ano em que ela ocorre, a saber:

SUBCLASSES DE DISTRIBUIÇÃO ANUAL	NÚMERO DE MESES COM EXCEDENTE HÍDRICO	LEGENDA EM MAPA
Homogênea	10, 11, 12 meses	1
Subomogênea	7, 8, 9 meses	2
Concentrada	4, 5, 6 meses	3
Superconcentrada	1, 2, 3 meses	4

#### 1.3.5.3 — Aptidão vocacional

As diferentes combinações entre as classes de distribuição anual e as de potencial hídrico configuram situações que oferecem graus de exigências, através das seguintes classes de aptidão vocacional, elaborados no sentido de orientar o uso da água e do solo, visando à sua conservação.

##### A) Distribuição homogênea

###### I. Potencial muito bom (1a)

- cursos de água perenes;
- açudagem desnecessária;
- drenagem recomendada nas áreas deprimidas; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos desnecessária.

###### II. Potencial bom (1b)

- cursos de água perenes;
- açudagem desnecessária;
- drenagem recomendada em áreas deprimidas com solos mal drenados; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos desnecessária.

###### III. Potencial médio (1c)

- cursos de água perenes;
- açudagem desnecessária;
- drenagem recomendada em casos especiais de relevo e solo; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos desnecessária.

###### IV. Potencial fraco (1d)

Esta combinação não ocorre em território brasileiro, ou seja, menos de 200 mm de excedente hídrico distribuídos por mais de nove meses.

###### V. Potencial muito fraco (1e)

Esta combinação não ocorre em território brasileiro, ou seja, menos de 10 mm de excedente hídrico distribuídos por mais de nove meses.

##### B) Distribuição subomogênea

###### I. Potencial muito bom (2a)

- cursos de água perenes com grande variação de nível;
- açudagem necessária nos pequenos cursos de água;
- drenagem recomendada em áreas deprimidas com solos mal drenados; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos recomendada em áreas distantes das fontes superficiais.

###### II. Potencial bom (2b)

- cursos de água perenes com grande variação de nível;
- drenagem desnecessária; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos recomendada em casos especiais.

###### III. Potencial médio (2c)

- cursos de água perenes com grande oscilação de nível;
- açudagem necessária para regularização de vazão;
- drenagem desnecessária; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos em casos especiais.

###### IV. Potencial fraco (2d)

- cursos de água intermitentes e secos até três meses por ano;
- açudagem necessária;
- drenagem desnecessária; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária.

#### V. Potencial muito fraco (2e)

Esta combinação não ocorre em território brasileiro, ou seja, menos de 10 mm de excedente hídrico distribuídos por mais de seis meses.

#### C) Distribuição concentrada

##### I. Potencial muito bom (3a)

- cursos de água intermitentes e secos até três meses por ano;
- ačudagem necessária;
- drenagem desnecessária;
- utilização dos aquíferos subterrâneos recomendada; e
- cuidados especiais de conservação do solo.

##### II. Potencial bom (3b)

- cursos de água intermitentes até três meses por ano;
- ačudagem necessária;
- utilização dos aquíferos subterrâneos recomendada; e
- cuidados especiais em relação à conservação do solo, em relevo com declividade superior a 25%.

##### III. Potencial médio (3c)

- cursos de água intermitentes e secos até quatro meses por ano;
- ačudagem necessária;
- drenagem desnecessária; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária.

##### IV. Potencial fraco (3d)

- cursos de água intermitentes e secos até seis meses por ano;
- ačudagem necessária nos cursos de água intermitentes;
- drenagem desnecessária; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária.

##### V. Potencial muito fraco (3e)

Esta combinação não ocorre em território brasileiro, ou seja, menos de 10 mm de excedente hídrico distribuídos por mais de três meses.

#### D) Distribuição superconcentrada

##### I. Potencial muito bom (4a)

- cursos de água intermitentes e secos até seis meses por ano;
- ačudagem necessária em todos os cursos de água;
- drenagem desnecessária;
- utilização dos aquíferos subterrâneos recomendada; e
- proteção de encostas e terraços fluviais, recomendando-se também cuidados especiais quanto à conservação do solo.

##### II. Potencial bom (4b)

- cursos de água intermitentes e secos durante até sete meses por ano;
- ačudagem necessária em todos os cursos de água intermitentes;
- drenagem desnecessária;
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária; e
- cuidados especiais quanto à conservação do solo e proteção de encostas e terraços fluviais.

##### III. Potencial médio (4c)

- cursos de água intermitentes e secos até oito meses por ano;
- ačudagem necessária nos cursos de água intermitentes;
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária; e
- cuidados especiais de conservação do solo.

##### IV. Potencial fraco (4d)

- cursos de água intermitentes e secos até nove meses por ano;
- ačudagem necessária nos cursos de água intermitentes;
- drenagem desnecessária;
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária; e
- cuidados especiais de conservação do solo.

#### V. Potencial muito fraco (4e)

- cursos de água intermitentes e secos até 11 meses por ano;
- ačudagem necessária em todos os cursos de água;
- drenagem desnecessária; e
- utilização dos aquíferos subterrâneos necessária.

#### 1.3.6 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba, de grande extensão geográfica, atinge no seu limite NE o extremo O da Folha SA.24.

Toda a drenagem contida nas Folhas SA.24-Y-A e SA.24-Y-C é representada pelos principais afluentes da margem direita do rio Parnaíba, que nesta área nordeste da bacia são os rios Longá, Catarina, Jacarai e Pirangi, abrangendo 10.130 km<sup>2</sup> da Folha em estudo.

Não foi possível determinar os parâmetros físicos globais da bacia em virtude da carência de dados e da ausência de postos fluviométricos, sendo entretanto definido o potencial dos recursos hídricos da bacia, com apoio do estudo hidrogeológico quantitativo, com base nos resultados das matrizes e do potencial hidrológico de superfície, a partir do balanço hídrico (Tabs. 1.LV; 1.LVI e 1.LVII).

##### 1.3.6.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba, com 9.807 km<sup>2</sup>, na Folha SA.24, contribui com o volume médio de 373.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir, entretanto, 584.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 163.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano em média, concentrados em até seis meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia hidrográfica do rio Parnaíba:

##### A) Distribuição concentrada/Potencial muito bom (3a)

- área: 32 km<sup>2</sup> (0,3% da bacia);
- água disponível: mais de 1.300.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);
- ačudagem: recomendada, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante três meses por ano;
- drenagem: recomendada para casos especiais de solo e relevo;
- aquíferos subterrâneos: utilização recomendada; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

##### B) Distribuição concentrada/Potencial bom (3b)

- área: 177 km<sup>2</sup> (1,8% da bacia);
- água disponível: 700.000 a 1.300.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);
- ačudagem: necessária nos cursos de água intermitentes, que podem secar até durante sete meses por ano, e nos perenes, que sofrem grande variação de nível;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais, além de proteção de encostas e terraços fluviais, dado o caráter torrencial do regime pluviométrico.

##### C) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

- área: 129 km<sup>2</sup> (1,3% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);
- ačudagem: recomendada, pois os cursos de água intermitentes podem secar até quatro meses por ano;
- drenagem: desnecessária; e
- aquíferos subterrâneos: utilização recomendada.



#### D) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 6.887 km<sup>2</sup> (70,3% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até 3 meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante 8 meses por ano e os perenes sofrem grande variação de nível;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### E) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 2.582 km<sup>2</sup> (26,3% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- drenagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano e os perenes sofrem grande variação de nível;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

### 1.3.6.2 — Potencial hidrogeológico

#### A) Aluvião

Consta de areias quartzosas, mal selecionadas, depositadas em bancos espessos, "diques", existentes na região de confluência do rio Longá com o Parnaíba. É notável também a presença de pelitos e matéria orgânica por toda a margem, assim como também na foz e na planície de inundação da lagoa Grande do Buriti.

De acordo com as matrizes de caracterização e determinação numérica, as aluviões apresentam uma tendência vocacional média, excetuando a área mais litorânea no domínio da ocorrência de várzeas.

#### B) Dunas

Sob esta denominação, serão analisadas as dunas fixas, as dunas móveis e os sedimentos de praia. Tais sedimentos aparecem paralelos à costa, capeando os sedimentos do Grupo Barreiras. Uma análise dos perfis das sondagens desta área revela uma espessura média variando de 20 a 35 m, sendo a espessura saturada de 7 a 10 m.

De acordo com os resultados das matrizes, as dunas têm uma vocação hidrogeológica média. Contudo os resultados obtidos pelas sondagens e poços perfurados nesta área não são animadores para aquíferos produtores (quantitativamente/qualitativamente), podendo ser explorados com certa reserva.

#### C) Grupo Barreiras

Representa um capeamento de pequena espessura sobre o cristalino e sobre as Formações Serra Grande e Itapecuru, no extremo O da bacia.

Este grupo tem nas áreas de afloramentos ocorrência de interflúvios tabulares ou de cristas. Litologicamente, o Grupo Barreiras apresenta uma permoporosidade fraca, associada a uma drenagem incipiente. Uma análise na matriz de determinação numérica constata uma aptidão hidrogeológica média.

#### D) Formação Itapecuru

Trata-se de uma formação que ocorre no extremo O da Folha SA.24-Y-A e Y-C em uma área de 338 km<sup>2</sup>.

Aparece sobreposta às Formações Cabeças e Orozimbo e tem na Folha uma forma alongada, que se estende desde as proximidades da confluência do rio Longá com o Parnaíba, até próximo à Barra de Piracuruca.

Surge na área com as seguintes formas: interflúvios tabulares, colinas com topo convexo, relevos residuais e superfície de aplainamento.

Litologicamente a formação em epígrafe é constituída por arenitos finos e argilitos laminados de cor vermelha. A litologia é pouco favorável ao armazenamento de água, em virtude da fraca permoporosidade. A alimentação do aquífero Itapecuru é feita diretamente pela pluviometria, e a circulação de água se deve ao fissuramento. Convém salientar que o rio Longá funciona como drenagem desta formação, auxiliado pela topografia.

De acordo com o resultado da matriz de determinação numérica, apresenta uma vocação hidrogeológica fraca.

#### E) Formação Orozimbo

Trata-se de intrusões de rochas básicas (diabásios), que ocorrem em forma de diques e *sills*, intertrapeados com arenitos e siltitos da Formação Cabeças, ao longo da margem do rio Longá, na porção ocidental da Folha SA.24.

Esta formação funciona como barreira à circulação da água subterrânea, alterando consideravelmente a condição de fluxo; tal fato é comprovado pela litologia predominante desta formação (diabásio) e a drenagem nela instalada, textura do solo dominante e vegetação característica.

De acordo com o resultado da matriz de determinação numérica, esta formação tem uma aptidão hidrogeológica média.

#### F) Formação Cabeças

Repousa em contato gradacional sobre a Formação Pimenteiras, sendo constituída por arenitos cinza-claro e escuro com intercalações de siltitos.

Tem uma espessura variável de 200 a 450 m e apresenta uma permoporosidade boa.

O aquífero é do tipo confinado, sendo o segundo em importância na área. A drenagem está em função direta da topografia, sendo o seu exutório principal os rios Longá e Parnaíba.

De acordo com o resultado da matriz, apresenta uma vocação hidrogeológica boa.

#### G) Formação Pimenteiras

Trata-se de uma formação sobreposta, em contato concordante à Formação Serra Grande, constituída litologicamente por arenitos de cores variegadas, finos, micáceos, às vezes silticos, intercalados por folhelhos.

Segundo os dados estatísticos de perfuração, é constituída por um sistema de aquíferos, repetidos em profundidade, cuja relação hidráulica entre os diferentes níveis não é bem definida. A drenagem é função direta da topografia e do contato geológico com a formação sobreposta, sendo as descargas do aquífero realizadas através de fontes e em áreas de influência da drenagem superficial.

A análise da matriz de determinação numérica constata um potencial hídrico médio.

#### H) Formação Serra Grande

Ocorre sobreposta em discordância aos Complexos de Granja e Nordeste, e aos Grupos Martinópole, Ubajara e Jaibaras. A formação em epígrafe é constituída litologicamente por arenito médio a grosseiro, de cor vermelha, friável e com estratificação cruzada, conglomerados com seixos e cascalhos. Os arenitos desta formação bordejam toda a bacia e apresentam uma permoporosidade boa. Esta formação constitui dois aquíferos: aquífero livre, nas bordas da bacia; e aquífero confinado, no centro da bacia.

A drenagem é convergente para o centro da bacia, onde o aquífero é confinado; nas bordas a drenagem é divergente, originando as fontes no sopé das escarpas.

De acordo com a análise da matriz de determinação numérica, o potencial hídrico desta formação é bom.

#### l) Complexo de Granja

É constituído por migmatitos e gnaisses que surgem capeados pelo Grupo Barreiras em toda a extensão norte e pela Formação Serra Grande em toda porção sul.

De acordo com os resultados da matriz de determinação numérica, o mesmo é médio em sua aptidão hidrogeológica.

#### 1.3.7 — BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO UBATUBA

Com o nome de Bacias Hidrográficas Conjugadas ao Rio Ubatuba foram reunidas cinco bacias menores contidas na Folha SA.24-Y-A

e Y-C, constituídas pelos rios Ubatuba, Camurupim, Timonha e riachos Cajueiro e Tabocal, em virtude da escala de mapeamento.

Com pequena expressão nas áreas cristalinas, estes rios têm um deflúvio mais acentuado ao atingir a planície fluvio-marinha, sendo tal fato explicado pela maior contribuição das precipitações nesta área.

Na região da planície costeira é freqüente a presença de lagoas, devido aos estuários estarem evoluindo para "barras"; em virtude da migração das dunas de NE para SO, da alta taxa de evapotranspiração e do afluxo esporádico de água salgada, compensando a evaporação.

Globalmente estas bacias têm uma drenagem predominantemente subparalela, em função do controle estrutural exercido pelos falhamentos paralelos. Em algumas áreas ao S da bacia a drenagem é dendrítica (Tabs. 1.LVIII, 1.LIX e 1.LX).

TABELA 1.LV  
Matriz de caracterização da bacia do rio Parnaíba

UNIDADE GEOLÓGICA	UG	A (km <sup>2</sup> )	F		S*	V**	G***	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	930	0	0	Sk1, Sk2, SM, Ae, AQd2, PLS8 e PLS10	Eds, Epp, Pma, Pmb e Pmh	Ad, ApF, ApFm e EP	1.600	1,5.10 <sup>9</sup>	600	15	0,04	599,4	400,6
Dunas	Qd	183	0	0	AMd1 e AMd2	Pma, Pmb e Pmh	Ad e t41	1.600	2,9.10 <sup>9</sup>	750	10	0,06	749,0	101,0
Barreiras	TQb	702	0	0	AQd2, AMd2, Rd6 e PLS8	Pma, Pmb, Pmh, Eas, Epp e Vss	EP, t41, C21 e Aai	1.600	1,1.10 <sup>9</sup>	600	10	0,04	599,4	400,6
Itapecuru	Ki	338	0	0	Rd6, PLS8 e LVd2	Sas, Eas, Eap e Epp	Aai, EP, Egi, C21 e t21	1.400	4,7.10 <sup>9</sup>	450	80	10,0	446,1	503,9
Orozimbo	Jo	153	0	0	Rd2, V, SCe1 e PLS8	Sas, Eas e Epp	EP, Aai e St	1.400	2,1.10 <sup>9</sup>	450	1,8****	0,51	416,4	533,6
Cabeças	Dc	2.786	20	51,54	SCd2, Rd1, SCe1, SCe2, Rd2, LVd2, Rd4, Rd6, BV, SCd1, SCd3, LVd3, AQd3, PVa1, PE18 e PLS8	Sas, Eds, Epp e rmh	EP, Aai, Egi, St, C11, C21, t11 e t21	1400	3,9.10 <sup>9</sup>	350	150	0,50	332,5	717,5
Pimenteiras	Dp	1.719	14	38,8	Ra3, Ra2, LVd2, SCe1, SCe2, SCe3, SCe4, PLS4, PLS2, AQd2, SCd3	Sas, Eds e Epp	EP, Aai, St, Egi, C11, t21 e t31	1300	2,4.10 <sup>9</sup>	350	120	0,38	339,2	610,8
Serra Grande	SDsg	3.273	78	215,4	Ra3, Pe16, LVa3, Ra1, AQe3, Ra2, AQa2, Re1, LVa, PLS2, PLS4, LVa2, LVD1, HGHe e AQe1	Edp, Epp, Eds e Vsp	Aai, St, Egi, EP, t11, t22, t41, C11, a11, a22 e a23	1600	5,2.10 <sup>9</sup>	450	250	1,17	247,9	1102,1
Granja	Pegr	46	0	0	Ra3 e AQd2	Edp	EP e t41	1500	6,9.10 <sup>7</sup>	500	1,8****	0,48	487,8	521,2

\* Legenda de Solos (Vide 3 — Pedologia). \*\* Legenda de Vegetação (Vide 4 — Vegetação). \*\*\* Legenda de Geomorfologia (Vide 2 — Geomorfologia). \*\*\*\* Espessura restituída.

TABELA 1.LVI  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio Parnaíba

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	7	5	4	9	5	5	0	0	6,33	Médio
Dunas	6	4	6	9	5	5	0	0	6,31	Médio
Barreiras	3	5	5	8	5	5	0	0	6,64	Médio
Itapecuru	1	2	2	3	5	4	5	0	7,02	Fraco
Orozimbo	2	4	7	10	5	4	0	0	6,80	Médio
Cabeças	8	7	9	8	5	4	4	4	4,34	Bom
Pimenteiras	6	5	6	8	4	3	3	3	5,52	Médio
Serra Grande	9	4	5	8	5	4	5	5	4,70	Bom
Granja	3	4	7	10	5	4	0	0	6,66	Médio

TABELA 1. LVII  
Matriz de controle da bacia do rio Parnaíba

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOA- MENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3.10 <sup>-4</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	1.7x10 <sup>-2</sup>	6.10 <sup>5</sup>	2.3.10 <sup>9</sup>	7.9.10 <sup>7</sup>
Dunas	3.10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-5</sup>	12.10 <sup>-2</sup>	1.74.10 <sup>5</sup>	2.2.10 <sup>8</sup>	7.3.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-5</sup>	12.10 <sup>-2</sup>	4.4.10 <sup>5</sup>	8.4.10 <sup>8</sup>	2.8.10 <sup>8</sup>
Itapecuru	5.10 <sup>-5</sup>	6,25.10 <sup>-7</sup>	7.10 <sup>-4</sup>	4,9.10 <sup>7</sup>	1,9.10 <sup>8</sup>	6,3.10 <sup>6</sup>
Orozimbo	—	10 <sup>-6</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,1x10 <sup>6</sup>
Cabeças	1,3.10 <sup>-3</sup>	8,7.10 <sup>-6</sup>	6,1.10 <sup>-4</sup>	2,0.10 <sup>7</sup>	2,5.10 <sup>8</sup>	6,3.10 <sup>7</sup>
Pimenteiras	3.10 <sup>-4</sup>	2,5.10 <sup>-6</sup>	2.10 <sup>-5</sup>	1,9.10 <sup>7</sup>	4,12.10 <sup>6</sup>	1,3.10 <sup>6</sup>
Serra Grande	2,6.10 <sup>-3</sup>	1,04.10 <sup>-5</sup>	5,2.10 <sup>-4</sup>	6,11.10 <sup>7</sup>	4,2.10 <sup>8</sup>	14,2.10 <sup>7</sup>
Granja	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	3,3.10 <sup>5</sup>

### 1.3.7.1 — Potencial hídrico de superfície

As bacias hidrográficas conjugadas ao rio Ubatuba, com 5.030 km<sup>2</sup>, contribuem com o volume médio de 395.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à alimentação dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir, entretanto, 619.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 169.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média, concentrado em até três meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas nas bacias hidrográficas conjugadas ao rio Ubatuba:

#### A) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 4.218 km<sup>2</sup> (83,9% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (em até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 812 km<sup>2</sup> (16,1% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (em até três meses por ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

#### C) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

Tem potencialidade e distribuição idêntica à da Bacia do Parnaíba por ser uma continuidade física da mesma.

### 1.3.7.2 — Potencial hidrogeológico

#### A) Aluvião

As aluviões constituem uma representação sedimentar de pequena espessura, representada litologicamente por areias, arenitos fi-

nos e argilosos, conglomerados, cascalhos, pelitos e matéria orgânica.

As aluviões da Bacia de Ubatuba têm uma direção geral SE-NE, condicionada às linhas estruturais das rochas pré-cambrianas. Nas áreas cristalinas, onde o relevo é acidentado e o solo é impermeável, os cursos dos rios são tortuosos e as drenagens são mais densas.

Os cursos inferiores são mais regulares, os seus vales são amplos, os tributários são menos numerosos e a planície de inundação é mais extensa. Na faixa costeira, as aluviões representadas são constituídas por pelitos, matéria orgânica e sedimentos de praia.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico médio.

#### B) Dunas

As dunas são sedimentos dispostos paralelos à linha da costa, em constante migração segundo a direção NE-SO, formando ilhas e obstruindo as calhas dos rios. São ainda inexploradas como fontes aquíferas.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico médio.

#### C) Grupo Barreiras

Aflora na área, sobreposta aos Complexos de Granja e Grupo Martinópolis, apresentando espessura variando de alguns centímetros a dezenas de metros.

Algumas coberturas observadas ao sul desta bacia, nas serras da Ibiapaba, Ubatuba e Gurguéia, apresentam litologia heterogênea, formada por material detrítico variado, incluindo seixos, matácões e calhaus.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico variando de médio a fraco.

#### D) Formação Serra Grande

Esta formação a S-SO compõe a borda da serra da Ibiapaba, constituída litologicamente por conglomerados e arenitos grosseiros.

As observações de campo mostram as seguintes seqüências estratigráficas, em três locais distintos, na parte sul da bacia:

— próximo a General Tibúrcio: Cobertura Sedimentar, Formação Serra Grande e Grupo Martinópolis.

— a noroeste de General Tibúrcio: Cobertura Sedimentar, Formação Serra Grande, Grupo Martinópole e Complexo de Granja.

— a sudoeste de Chaval, na borda da serra da Ibiapaba: Formação Serra Grande, Discordância e Granito Chaval.

Nesta bacia, a Formação Serra Grande comporta-se como aquífero livre por situar-se na área de realimentação do aquífero.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico bom.

#### E) Grupo Jaibaras

Constitui-se de pequena parcela da Formação Aprazível, formada por conglomerados polimíticos e tectonicamente perturbada por falhamentos, exibindo mergulhos localmente fortes.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico médio.

#### F) Grupo Martinópole

Constitui um bloco abatido do embasamento, confinado por dois blocos rígidos que funcionam como altos estruturais.

No contexto geológico, encontra-se situado entre o cisalhamento Jaguarapi e a Falha Itacolomy.

No centro deste grupo surgem falhamentos menores, orientados segundo NE-SE, e fraturas menores como reflexo do tectonismo atuante na área.

De acordo com as análises feitas na matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico médio.

#### G) Complexo Nordestino

Constitui uma diminuta representação do Complexo Nordestino, a SE da bacia, ao sul do falhamento de Itacolomy, capeado ao norte pelo Grupo Martinópole.

Em perfil, constatou-se ser o Complexo Nordestino também capeado pela Formação Serra Grande.

De acordo com a matriz, apresenta uma vocação média a fraca, sendo áreas favoráveis aquelas situadas no contato geológico e/ou contato por falhas, no qual os gnaisses mostram fraturamentos menores, transversais à lineação.

#### H) Complexo de Granja

Os grandes falhamentos, orientados segundo NE-SO, seccionam o bloco em compartimentos alongados, que propiciam o aparecimento de zona de cisalhamento.

As fraturas observadas nos granitos controlam a drenagem da rede hidrográfica assimétrica e estão mergulhando no sentido dado pelos afluentes mais longos.

De acordo com a matriz, apresentam uma vocação hidrogeológica média.

### 1.3.8 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ

A bacia hidrográfica do rio Coreaú, contida nas Folhas SA.24-Y-A e Y-C, tem uma área de 4.410 km<sup>2</sup>, apresenta uma drenagem de aspecto arborescente, tipo dentrítica, cujas confluências se dão em ângulos retos e agudos. O rio Coreaú tem uma direção predominante S-N, cuja cabeceira fica na serra da Ibiapaba. Aquele padrão de drenagem é controlado pelas expressões estruturais. Esta bacia tem uma drenagem que desemboca diretamente no mar, sendo portanto uma bacia exorreica (Tabs. 1.LXI; 1.LXII e 1.LXIII).

#### 1.3.8.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hidrográfica do rio Coreaú, com 4.445 km<sup>2</sup>, contribui com o volume de 457.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento

TABELA 1.LVIII  
Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Ubatuba

UNIDADE GEOLÓGICA	UG	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	210	0	0	Sk1, SM, AMd1 e AQd1	Pfm, Pma, Prbe e Prh	Apfm	1.350	2,8.10 <sup>8</sup>	300	6	0,51	293,0	757,0
Dunas	Qd	153	0	0	AMd1 e AMd2	Pma, Pmbe e Pmh	Ad, t41 e Apfm	1.500	2,3.10 <sup>8</sup>	550	5	0,50	542,5	407,5
Barreiras	TQb	2.324	22	61,8	SS, AQd1, PVd4, PVd8, PLS2, PLS4 e Rd3	Eas, Eap, Pma, Pmbe e Pmh	EP, Aai, t21, t41 e C11	1.400	3,2.10 <sup>9</sup>	400	10	0,18	397,6	1602,5
Serra Grande	SDsg	352	10	18,8	AQd3, LVa3, Ra1, Rd1 e PE16	Epp, Eap, Sas e Eas	EP, St, a11, a23 e C21	1.200	4,2.10 <sup>8</sup>	300	250	1,20	285,5	614,5
Martinópole	pem	605	14	181,0	Rc8, Rd5, PLS9 e PVd9	Eas, Eap, Epp, Vsp e Vss	EP, Aai, St, ET, t22, t21, C11, a11, a12, a13, a23, a24 e a34	1.200	7,3.10 <sup>8</sup>	350	60	0,60	345,0	505,0
Granja	pegr	1.386	28	299,0	SK2, PE1, Rd1, PVd4, Rd3, Rc8, PLS4 e PVd9	Eas e Eap	EP, Aai, a11, a23, C11, C21, t21 e t41	1.250	1,7.10 <sup>9</sup>	300	1,8*	0,57	300,0	950,0

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LIX  
Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Ubatuba

UNIDADE GEOLÓGICA	LE	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	7	3	5	10	5	3	0	0	6,68	Médio
Dunas	6	6	8	9	5	4	0	0	6,10	Médio
Barreiras	3	4	5	8	5	4	0	0	6,84	Médio
Serra Grande	9	4	9	7	4	3	7	7	4,33	Bom
Martinópole	3	5	8	9	4	3	0	0	6,74	Médio
Granja	3	5	10	8	4	3	0	0	6,73	Médio

TABELA 1.LX  
Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Ubatuba

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	5,0.10 <sup>-5</sup>	1,7.10 <sup>-2</sup>	1,44.10 <sup>6</sup>	2,1.10 <sup>7</sup>	7,0.10 <sup>6</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	6,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,15.10 <sup>6</sup>	8,1.10 <sup>7</sup>	2,7.10 <sup>7</sup>
Barreiras	2,5.10 <sup>-4</sup>	2,5.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	6,0.10 <sup>6</sup>	2,78.10 <sup>8</sup>	9,3.10 <sup>8</sup>
Serra Grande	2,7.10 <sup>-3</sup>	1,08.10 <sup>-5</sup>	5,2.10 <sup>-4</sup>	4,8.10 <sup>6</sup>	4,56.10 <sup>7</sup>	1,52.10 <sup>7</sup>
Martinópolis	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	4,3.10 <sup>6</sup>
Granja	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	9,9.10 <sup>6</sup>

superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir, entretanto, 702.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 213.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média, concentrados em até seis meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia hidrográfica do rio Coreau:

#### A) Distribuição concentrada/Potencial bom (3b)

- área: 197 km<sup>2</sup> (4,4% da bacia);
- água disponível: 700.000 a 1.300.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (em até 3 a 6 meses do ano);
- aqüedagem: necessária nos cursos de água intermitentes, que podem secar até durante sete meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais; além de proteção de encostas e terraços fluviais, dado o caráter torrencial do regime pluviométrico.

#### B) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

- área: 546 km<sup>2</sup> (12,2% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (em 3 até 6 meses do ano);
- aqüedagem: recomendada, pois os cursos de água intermitentes podem secar até quatro meses por ano;
- drenagem: desnecessária; e
- aquífero subterrâneo: utilização recomendada.

#### C) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 3.483 km<sup>2</sup> (78,5% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (em até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### D) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 219 km<sup>2</sup> (4,9% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (em até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano;

- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

#### 1.3.8.2 — Potencial hidrogeológico

##### A) Aluvião

Compõe-se de sedimentos arenosos que apresentam uma litologia variando desde a fração grosseira até a fração fina. As aluviões do rio Coreau têm a sua extensão e largura desenvolvidas dentro da planície fluvio-marinha, graças à ausência da penetração das marés e correntes marítimas, constituindo assim um minidelta em perfeita evolução. As aluviões do rio principal estão condicionadas aos vales, constituindo por vezes terraços encaixados. Nas calhas dos riachos, as aluviões são representadas litologicamente por areias, argilas e cascalhos.

As aluviões apresentam maior extensão à medida que se aproximam da costa, chegando a atingir quase 6 km de largura e têm em média uma largura variável de 1 a 2 km. A espessura média dessa aluvião, de acordo com as sondagens analisadas, varia de 10 a 15 m para uma camada saturada de 0,8 a 4,0 m.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta potencial hidrogeológico médio.

##### B) Grupo Barreiras

Constitui-se de argilas variegadas sobrepostas ao cristalino, que apresentam maior espessura à medida que aproximam da costa e têm menor espessura para o interior.

Apresenta um relevo com declives fracos, retrabalhado pela drenagem, exibindo superfície de aplainamento e áreas aplainadas resultantes de acumulação do processo fluvial.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta uma vocação hidrogeológica fraca.

##### C) Formação Serra Grande

Trata-se litologicamente de arenitos e conglomerados de cor amarelo-alaranjada, que constituem a serra da Ibiapaba.

Na área desta bacia, a Formação Serra Grande constitui um aquífero livre, e por aí se processa a realimentação de toda a formação.

O excedente hídrico é eliminado pelos diversos pontos de água (surgências) existentes na serra, mantendo o equilíbrio.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta uma vocação hidrogeológica variando de boa a média, em virtude desta formação, localmente, constituir borda de chapada.



#### D) Grupo Jaibaras

Consta de uma seqüência sedimentar de grande espessura. Tais sedimentos detríticos são predominantemente continentais e imaturos, cujo caráter se reflete pela abundância de brechas, conglomerados, arenitos finos e grauvas.

Nesta bacia, há ausência do Vulcanismo Parapuá, sendo o Grupo Jaibaras constituído pelas Formações Pacujá e Aprazível, que se comportam como um aquífero único, constituindo vários níveis produtores de água.

A tectônica que atuou na área deu à seqüência do Grupo Jaibaras um complexo sistema estrutural. Estruturas estas que transferem para a seqüência um comportamento de armazenagem de água similar ao das rochas cristalinas.

A análise da matriz de determinação numérica revela um potencial hídrico médio.

##### I. Formação Aprazível

Esta formação é constituída litologicamente por arenitos conglomeráticos, brechas e conglomerados grosseiros, com matriz arco-seana.

Tal formação surge localmente disposta ao longo das linhas de falhas e relevos escarpados, capeando as formações mais antigas. Às vezes, surge como fanglomerado depositado em cones aluviais ao longo das linhas de falhas.

##### II. Formação Pacujá

Esta formação é constituída por arenitos finos, bastante fraturados, grauvas e conglomerados intraformacionais.

A vocação desta formação é nitidamente favorável à retenção de água nos fendilhamentos, em virtude destas fendas terem direção concordante com a drenagem.

#### E) Granitos Mucambo e Barriga

O Granito Mucambo constitui uma continuidade física do corpo granítico da bacia do rio Acaraú, sendo válidas, aqui, as observações então efetuadas e extensivas ao Granito Barriga. Entretanto, convém notar que, pela individualidade que assumem no contexto geológico e ecológico, optou-se por um tratamento em separado, ao nível das matrizes.

A análise da matriz de determinação numérica apresenta um potencial hídrico fraco.

#### F) Granito Meruoca

Constitui continuidade física do mesmo granito observado na bacia do rio Acaraú, o qual será melhor exposto no seu potencial hidrogeológico, em virtude de mostrar na matriz de caracterização maior riqueza de detalhes.

As observações efetuadas na Bacia do Acaraú são válidas para a Bacia do Coreaú.

O seu potencial hídrico, a partir da matriz de determinação numérica, foi determinado como médio.

#### G) Grupo Ubajara

Consiste de uma espessa seqüência sedimentar marinha, com um contínuo afundamento associado a falhamento de caracteres regionais, em que há uma predominância litológica de ardósias, calcários e arenitos finos fraturados.

Do ponto de vista hidrogeológico, têm-se ardósias e arenitos finos fraturados, constituindo aquíferos livres autônomos, com níveis produtores em cotas diferentes, e um aquífero com retenção de água em fendas, representado pela seqüência carbonática.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hidrogeológico médio.

#### H) Grupo Martinópole

Consiste de um conjunto petrotectônico constituído predominantemente por ardósias, filitos, xistos, calcários e quartzitos, ocupando área de 369 km<sup>2</sup>.

Nesta bacia, o Grupo Martinópole apresenta feições morfológicas erosivas de acumulação e dissecação, tais como: superfície de aplainamento; áreas aplainadas, com ou sem cobertura arenosa e interflúvios tabulares. Apresenta um potencial hidrogeológico variando de médio a fraco, de acordo com a matriz de determinação numérica.

#### I) Complexo Nordeste

O Complexo Nordeste é constituído por uma variedade de rochas predominando migmatitos, gnaisses, calcário cristalino, granitóides, quartzitos, em uma área de 1.394 km<sup>2</sup>.

A presença de água subterrânea está diretamente ligada ao manto de intemperismo, aos pedimentos e aos fendilhamentos de direção geral NE-SO, resultante de esforços de compressão e cisalhamento, geralmente regelados, o que significa uma fraca ou quase nula possibilidade hidrogeológica.

De acordo com os valores obtidos da matriz, apresenta uma aptidão hidrogeológica fraca.

As áreas de melhor potencial hidrogeológico são: as zonas de contatos geológicos, as áreas onde o manto de intemperismo é pouco espesso, as zonas de rupturas coincidentes com a drenagem e as zonas de quartzitos fraturados.

#### J) Complexo de Granja

Trata-se de um conjunto petrotectônico de rochas bem individualizadas, cartograficamente localizadas ao norte da bacia, cujas rochas predominantes são: migmatitos, gnaisses, cataclastos e quartzitos impuros e ferruginosos. Esta unidade, nesta bacia, tem uma área de 418 km<sup>2</sup>.

A seqüência do Complexo Granja, ao sul da bacia, é capeada pelo Grupo Jaibaras, a N, NE, e NO pelo Grupo Barreiras, e a SO o Complexo de Granja tem continuidade física para a Bacia de Tucunduba.

As áreas de bom potencial hidrogeológico são: as áreas aplainadas com cobertura arenosa, os relevos residuais, as superfícies de aplainamento, relevo residual de topo aplainado e os vales de fundo plano.

Na avaliação global, a partir da matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico fraco.

### 1.3.9 — BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO TUCUNDUBA

A bacia hidrográfica contida nas Folhas SA.24-Y-A, Y-B, Y-C e Y-D é constituída pelos rios Jaguarapi, Tucunduba, riacho da Prata e os córregos de Dentro e da Poeira; apresenta uma drenagem predominantemente subparalela e dendrítica em algumas áreas.

Esta bacia tem uma área de 3.333,5 km<sup>2</sup>, sendo a drenagem subparalela evidenciada pelos seguintes fenômenos: vertentes apresentando regressão, controle estrutural exercido por falhas paralelas e lineamentos topográficos paralelos.

O arranjo espacial da drenagem dendrítica ocorre em áreas bem determinadas, em regiões de rochas de resistência uniforme, e a confluência da drenagem forma ângulos agudos e retos.

Todos os rios, riachos e córregos que constituem esta bacia apresentam uma drenagem exorreica e foram reunidos como constituindo uma bacia única em virtude da escala de mapeamento e de publicação (Tabs. 1.LXIV; 1.LXV e 1.LXVI).

TABELA 1.LXI  
Matriz de caracterização da bacia do rio Coreau

UNIDADE GEOLÓGICA	UG	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	91	0	0	PLS5 e SM	Pfm, Pma, Pmb e Pmh	EP, Aai e ApFm	1.100	1,00.10 <sup>8</sup>	250	10	0,09	249	601
Barreiras	TQb	162	0	0	PVD4 e PVD8	Pma, Pmb, Pnh, Eas, Eap e Sas	t41, C11, EP, Ad e Aai	1.150	1,86.10 <sup>8</sup>	350	10	0,25	347	453
Serra Grande	SDsg	511	22	38,6	LVa, Peg, LVa1, AQd1 e HGHE	Eas, Vsp, Vss, Ac	t41, t31, a12, SF e a23	1.550	7,92.10 <sup>8</sup>	750	200	0,78	788	800
Jaibaras	Oja Ojp Ojm	567	13	216,8	Pe11, Pe17, Re6, Rd5, Pe2, PLS5, Re11, Re1 e Re8	Eas, Eap, Vsp, Vss e Ac	EP, Aai e a23	1.400	7,93.10 <sup>8</sup>	550	80	2,00	522	328
Meruoca	rym	172	25	65,4	Pe11 e Re12	Vsp, Vss e Ac	a24, a13 e Epd	1.350	2,32.10 <sup>8</sup>	650	1,8*	0,51	650	50
Mucambo	rymu	138	12	44,2	Pe6 e Re6	Eas, Eap, Vsp e Vss	EP e a11	1.150	1,58.10 <sup>8</sup>	300	1,8*	0,62	300	550
Ubajara	ruf ruc rut	588	21	159,8	NC, Pe6, Pe2, Re8, Re6, Re1 e Re11	Eap, Eas, Vsp, Vss e Ac	EP, C11, C22 e a22	1.450	8,52.10 <sup>8</sup>	500	150	0,70	490	460
Martinópolis	prn	369	17	183,3	PQ1, Ke5, PVd2, PVd6, PVd10, Re9, PLS9 e PLS5	Eas, Eap, Vsp, Vss e Ac	EP, t21, C11, t22, C22, C12, a24 e Aai	1.366	5,04.10 <sup>8</sup>	450	1,8*	0,52	450	436
Nordestino	prn	1.394	91	557,4	Rd5, Re5, Lva1, Re6, Re11, Re17, Pe13, Re1, PLS4, Pe10, PLS5 e PVd9	Eas, Eap, Epp, Vsp, Vss e Ac	EP, t21, C11, Egi, Aai, C12, C22, A12, a13, a21, a23 e a24	1.325	1,84.10 <sup>8</sup>	442	1,8*	0,54	442	441
Granja	prgr	418	11	112,6	PLS1, Pe15, Rd3, PVd4, PVd8, PVA, Re11, PVd10, AE27, SS, PLS5, Rd7 e PLS9	Eas e Eap	EP, C11, Aai, Egi e EE	1.125	4,70.10 <sup>8</sup>	250	1,8*	0,64	250	625

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXII  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio Coreau

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	7	6	6	7	4	3	0	0	6,47	Médio
Barreiras	3	5	5	8	4	3	0	0	6,96	Fraco
Serra Grande	9	3	5	7	5	6	6	6	4,43	Bom
Jaibaras	7	6	5	5	5	5	0	0	6,89	Médio
Meruoca	2	5	6	5	5	5	0	0	7,23	Fraco
Mucambo	2	5	4	7	4	3	0	0	7,23	Fraco
Ubajara	6	5	9	4	5	4	0	0	6,50	Médio
Martinópolis	3	5	4	7	5	4	0	0	6,89	Médio
Nordestino	2	5	5	7	5	4	0	0	6,92	Fraco
Granja	3	4	5	6	4	3	0	0	7,16	Fraco

### 1.3.9.1 — Potencial hídrico de superfície

As bacias hidrográficas conjugadas ao rio Tucunduba, com 3.373 km<sup>2</sup>, contribuem com o volume médio de 450.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir entretanto, 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média (concentrados em até três meses do ano).

A análise do potencial hídrico de superfície revelou, para as bacias hidrográficas conjugadas ao rio Tucunduba, apenas uma área homogênea:

#### A) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 3.333,5 km<sup>2</sup> (100% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

### 1.3.9.2 — Potencial hidrogeológico

#### A) Aluviões

As aluviões constituem bancos de espessura reduzida, de areias quartzosas, no domínio do alto e médio curso; já na planície fluvio-marinha domina uma vaza cinza-escuro, e é comum nesta área encontrarem-se mistura de aluviões, sedimentos de praias e dunas.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta uma vocação hidrogeológica média.

#### B) Dunas

As dunas nesta bacia estão em constante migração, ofuscando os padrões de drenagem.

A presença de depósitos de origem marinha é comum nesta área.

De acordo com a matriz de determinação numérica, evidenciam um potencial hídrico fraco.

#### C) Grupo Barreiras

Constitui a maior representação desta bacia, e surge sobreposta ao cristalino.

A espessura é maior à medida que se aproxima da costa, diminuindo até algumas dezenas de metros na direção do interior.

Interflúvios tabulares, superfícies de aplainamentos e áreas aplainadas, com ou sem coberturas arenosas dominam nesta área.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico médio.

#### D) Grupo Jaibaras

Trata-se de uma fraca representação da Formação Aprazível, em uma área de 12 km, constituída por conglomerados polimíticos, tectonicamente perturbada por falhamentos.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta uma vocação hidrogeológica média a fraca.

#### E) Grupo Martinópole

Consiste de uma continuidade física que se estende de SO para NO, com forma alongada, e é na realidade um bloco abatido, que funciona como um alto estrutural com uma direção geral NE-SO.

As falhas de direção SE dividem o complexo em secções alongadas.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico médio.

#### F) Complexo Nordestino

Compõe uma área de intenso fraturamento, sempre paralelo ou transversal aos falhamentos maiores, como reflexo do comportamento tectônico.

Nesta área a drenagem é controlada pelas estruturas e é comum a presença de superfície de aplainamento e áreas aplainadas, sem cobertura arenosa. Observam-se também formas colinosas e cristas.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico médio

#### G) Complexo de Granja

Constitui uma pequena representação a NO de bacia, sendo capeado pelo Grupo Barreiras. Em virtude de ser uma área com capeamentos contínuos, observam-se superfícies de aplainamentos e áreas aplainadas, devido à ação fluvial.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico variando de médio a fraco.

### 1.3.10 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ACARAU

A bacia hidrográfica do rio Acaraú, contida na Folha SA.24-Y-D e SA.24-Y-B, tem uma área de 4.517,5 km<sup>2</sup>, apresenta uma drenagem de aspecto arborescente (dendrítica), cujos ramos formados pelas correntes tributárias se unem formando ângulos agudos de gradação variada. É freqüente, nesta bacia, a presença de confluências em ângulos retos, evoluídos graças aos fenômenos tectônicos.

TABELA 1.LXIII  
Matriz de controle da bacia do rio Coreaú

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3.10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	12.10 <sup>-2</sup>	9.10 <sup>4</sup>	1,09.10 <sup>8</sup>	3,64.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4.10 <sup>-4</sup>	4.10 <sup>-5</sup>	12.10 <sup>-2</sup>	4,8.10 <sup>5</sup>	2,0.10 <sup>8</sup>	6,6.10 <sup>7</sup>
Serra Grande	2,6.10 <sup>-3</sup>	1,7.10 <sup>-5</sup>	5,2.10 <sup>-4</sup>	6,24.10 <sup>6</sup>	5,3.10 <sup>7</sup>	1,7.10 <sup>7</sup>
Jaibaras	5,3.10 <sup>-3</sup>	6,6.10 <sup>-5</sup>	6.10 <sup>-3</sup>	1,6.10 <sup>7</sup>	2,72.10 <sup>8</sup>	0,9.10 <sup>8</sup>
Meruoca	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,2.10 <sup>6</sup>
Mucambo	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	9,9.10 <sup>5</sup>
Ubajara	2.10 <sup>-3</sup>	1,3.10 <sup>-5</sup>	5.10 <sup>-2</sup>	6.10 <sup>6</sup>	4,4.10 <sup>9</sup>	1,4.10 <sup>9</sup>
Martinópole	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	2,6.10 <sup>6</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,0.10 <sup>7</sup>
Granja	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	3,0.10 <sup>6</sup>

TABELA 1.LXIV  
Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Tucunduba

UNIDADE GEOLÓGICA	UG	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	69,5	0	0	SS, Sk1 e ADd4	Eas, Eap, Pma, Pmb e Pmh	t41 e ApFm	1.250	86,8.10 <sup>6</sup>	400	18	0,43	395	455
Dunas	Qd	93	2	4,0	Arnd1 e SS	Pma, Eas, Pmb, Eap e Pmh	t41, t12, Ad e Apfm	1.250	116,2.10 <sup>6</sup>	400	10	4,4	396,625	453,375
Barreiras	TQb	1.764	18	38,6	SS, PVd11, AQd1, PVd4, AQd4 e PVd6	Pma, Pmb, Pmh e Sas	EP, aai, Apfm e C12	1.250	22,0.10 <sup>8</sup>	350	10	0,07	349,125	550,875
Jaibaras	rOy	12	2	7,4	SS	Eas e Eap	EP	1.350	1,62x10 <sup>7</sup>	400	1,8*	0,53	399,83	500,13
Martinópolis	pe m	566	29	248,4	PVD6, Re9, Re11 e PLS4	Eas, Sas, Eap, Eds e Edp	C12, Aai, C11, C22 e t22	1.300	7,3 x10 <sup>8</sup>	400	1,8*	0,55	399,9675	500,0325
Nordestino	pen	731	35	240,2	PVd4, PVd11, PVd2, PLS4, Pe13 e Re11	Eas e Eap	t41, EP, Aai, A11 e A22	1.300	9,5 x10 <sup>8</sup>	450	1,8*	0,55	449,97	400,03
Granja	pegr	98	11	34,0	SS e PVd4	Eas e Eap	EP e Aai	1.250	1,2 x10 <sup>8</sup>	400	1,8*	0,57	399,9425	450,0575

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXV  
Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Tucunduba

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	6	6	5	9	4	5	0	0	6,31	Médio
Dunas	5	6	2	7	4	4	0	0	6,94	Fraco
Barreiras	2	7	6	8	4	3	1	1	6,51	Médio
Jaibaras	4	7	4	10	4	5	0	0	6,53	Médio
Martinópolis	4	6	4	6	4	7	0	0	6,60	Médio
Nordestino	3	6	4	6	4	6	0	0	6,79	Médio
Granja	3	5	5	9	4	4	0	0	6,81	Médio

TABELA 1.LXVI  
Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Tucunduba

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	1,6.10 <sup>-5</sup>	1,7.10 <sup>-2</sup>	3,8.10 <sup>5</sup>	2,1.10 <sup>7</sup>	7,0.10 <sup>6</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	3,0.10 <sup>-5</sup>	12.10 <sup>-2</sup>	5,2.10 <sup>6</sup>	1,2.10 <sup>8</sup>	4,0.10 <sup>7</sup>
Barreiras	2,5.10 <sup>-4</sup>	2,5.10 <sup>-5</sup>	12.10 <sup>-2</sup>	1,7.10 <sup>6</sup>	2,1.10 <sup>9</sup>	7,0.10 <sup>8</sup>
Jaibaras	2,0.10 <sup>-3</sup>	1,6.10 <sup>-5</sup>	5,0.10 <sup>-2</sup>	2,8.10 <sup>5</sup>	7,2.10 <sup>7</sup>	2,4.10 <sup>7</sup>
Martinópolis	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	4,0.10 <sup>6</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	5,2.10 <sup>6</sup>
Granja	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	7,0.10 <sup>5</sup>

cos. Este padrão de drenagem é desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme e em estruturas sedimentares horizontais. O rio Acaraú tem uma direção predominantemente S-N, com um regime que difere dos demais rios da região, em virtude de ter o seu principal vale orientado em relação à serra da Ibiapaba, onde é alimentado por água de várias fontes, contudo, devido a seu padrão de drenagem, ele não é torrencial na época das chuvas (Tabs. 1.LXVII, 1.LXVIII e 1.LXIX).

### 1.3. 10.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hidrográfica do rio Acaraú, com 4.517,5 km<sup>2</sup>, contribui com o volume médio de 360.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir, entretanto, 562.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 157.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média (concentrados em até seis meses do ano).

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia hidrográfica do rio Acaraú:

#### A) Distribuição concentrada/Potencial bom (3b)

- área: 147 km<sup>2</sup> (3,2% da bacia);
- área disponível: 700.000 a 1.300.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);
- aqüedagem: necessária nos cursos de água intermitentes que podem secar até durante sete meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais, além de proteção de encostas e terraços fluviais, dado o caráter torrencial do regime pluviométrico.

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 2.571 km<sup>2</sup> (56,3% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água podem secar até durante oito meses por ano;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária;
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### C) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 1.821 km<sup>2</sup> (39,9% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

#### D) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

Apresenta a mesma potencialidade e distribuição da bacia do Coreau, por ser uma continuidade física da mesma.

### 1.3.10.2 — Potencial hidrogeológico

A área onde ocorrem rochas cristalinas na bacia do rio Acaraú foi subdividida em cinco outras, a fim de caracterizar a vocação do potencial hidrogeológico, definido pelas matrizes já exposto na metodologia de trabalho.

O critério para subdivisão das áreas de rochas cristalinas foi baseado no padrão de drenagem, na individualização geotectônica e no seu posicionamento litocronoestratigráfico.

#### A) Aluvião

A faixa aluvionar foi subdividida em aluviões com influência marinha e aluviões sem influência marinha, de acordo com valores estatísticos de sondagens realizadas pela CAGECE, para implantação do sistema de abastecimento de água a partir do potencial hídrico do aquífero aluvionar.

Nesta faixa aluvionar, a matriz revelou um potencial hídrico de valor médio. Entretanto, é desaconselhável o aproveitamento do aquífero aluvionar, próximo à faixa costeira, como mostra a matriz de caracterização.

Mediante os perfis que foram analisados, esta aluvião tem uma litologia variando desde a fração fina até a fração grosseira.

Tem uma espessura média de 14 m e foi comprovado, estatisticamente, que as sondagens nos locais onde ocorrem lentes de cascalhos têm uma produção de água bastante satisfatória.

Na região aluvionar as áreas mais propícias à captação de água subterrânea são: os vales planos localizados próximo a serrotes, os locais onde o rio ou riachos cortam o vale e os vales pequenos e apertados.

#### B) Grupo Barreiras

Os sedimentos arenosos, argilosos e sílticos, de cores variadas deste grupo, nesta bacia, têm a forma alongada, com feições morfológicas representadas por superfícies de aplainamentos, cristas e interflúvios tabulares.

De acordo com o resultado da matriz, apresenta um potencial hídrico fraco, devido ao fato de ser o Grupo Barreiras uma cobertura sedimentar de pequena espessura.

#### C) Formação Serra Grande

Trata-se de uma cobertura sedimentar, testemunho de uma extensão mais ampla da Formação Serra Grande, que ocorre a ENE da bacia, constituída por arenitos grosseiros e conglomerados e limitada por falhas de gravidade. Esta cobertura sedimentar constitui uma bacia aquífera autônoma, de comportamento hidrogeológico com uma vocação definida pela matriz de determinação numérica como boa.

Esta seqüência sedimentar tem uma espessura não muito bem definida pelas sondagens, entretanto por estimativa de perfil de campo foi considerada igual a 400 m.

#### D) Grupo Jaibas

Este grupo é representado na bacia pelas Formações Massapê, Pacujá e Aprozível, constituindo três aquíferos autônomos, de comportamentos distintos, devido ao condicionamento litológico. Estas formações são representadas caracteristicamente por:

Massapê — Conglomerado e brechas basais e seixos e matações de migmatitos.

Pacujá — Arenitos finos, de cor cinza e creme, micáceos e feldspáticos.

Aprozível — Conglomerados e brechas, constituídos de seixos, calhaus e matações de vulcânicas.

Uma análise global dos dados contidos na matriz de determinação numérica forneceu um potencial hídrico médio.

Convém salientar que existem poucas informações hidrogeológicas na área de ocorrência deste grupo, não permitindo um estudo com maior riqueza de detalhes.

#### E) Granito Meruoca

Consta de uma unidade granítica com pequenas variações granulométricas e texturais de local para local.

De acordo com o resultado obtido da matriz, o valor encontrado para o potencial hídrico acha-se no limite de médio.

A baixa vocação hídrica prende-se a uma permoporosidade quase nula, a uma má distribuição pluviométrica (pluviometria maior a barlavento do que a sotavento) e às condições topográficas.

A tendência para uma vocação média é resultado dos seguintes fatores associados:

- contacto geológico por falhas de gravidade.
- diáclases sendo resultantes ou reflexos dos falhamentos nas zonas de contacto;
- áreas de piemonte; e
- minibacia de recepção resultante da ação da erosão e intemperismo, e de localização, próxima às áreas desmanteladas, com feições caóticas.



## F) Granito Mucambo

Trata-se de um corpo granítico, situado a SO da bacia do rio Acaraú, de forma alongada e com maior comprimento no sentido NE-SO.

Conforme o resultado obtido da matriz, denota um potencial hidrogeológico fraco.

A fraca vocação hídrica está relacionada com a má distribuição pluviométrica, com uma permoporosidade quase nula e com o sistema de diáclases regelados.

O mapeamento geológico e o geomorfológico ressaltam duas opções favoráveis à captação de água subterrânea. Superfícies de aplainamento e áreas aplainadas com cobertura arenosa constituem a primeira opção. A segunda opção é formada pela zona de contato geológico por falhas de gravidade, em todo o flanco E (leste) do corpo granítico.

## G) Vulcanismo Parapuí

Do ponto de vista hidrogeológico, tem-se uma formação aquífera única, de caráter misto: cristalino e sedimentar.

Litologicamente, temos rochas vulcânicas variando do pólo básico ao ácido, capeadas por uma seqüência sedimentar constituída por arenitos conglomerados da Formação Pacujá.

De acordo com os resultados obtidos da matriz de determinação numérica, o seu potencial hídrico encontra-se no limite taxonômico de médio a fraco, tendo sido caracterizado como fraco.

Uma análise dos resultados apresentados leva à conclusão de que as áreas de melhor vocação hídrica são:

- zonas de contactos e de falhas;
- zonas situadas ao longo das falhas;
- superfícies de aplainamentos elaboradas por processos de pediplanação; e
- áreas aplainadas, com ou sem cobertura arenosa, incorporada à rede de drenagem.

## H) Grupo Martinópole

Seqüência metamórfica constituída predominantemente por filitos, ardósias, xistos, quartzitos, com intercalações de calcários.

Na bacia do rio Acaraú, tal seqüência tem uma forma alongada, delimitada por falhas de gravidade. Na parte central da área, ocor-

rem falhamentos e diáclases como rupturas menores, sempre como reflexos dos falhamentos de amplitude regional.

De acordo com o resultado obtido da matriz, apresenta um potencial hídrico no limite taxonômico de médio a insuficiente, tendo sido caracterizado como médio.

A tendência para uma vocação média é resultante do somatório dos seguintes eventos positivos:

- zonas de quartzitos fraturados;
- zonas de contatos por falhas;
- zonas de ruptura coincidentes com a drenagem (rios encaixados); e
- áreas de superfícies aplainadas por processos de pediplanação.

## I) Complexo Nordeste

Trata-se de uma unidade representada predominantemente por granitos, xistos, quartzitos, migmatitos, gnaisses, anfíbolitos e calcários metamórficos.

Conforme o valor obtido da matriz, apresenta um potencial hídrico médio.

A tectônica controla a drenagem, graças aos falhamentos de amplitude regional e aos falhamentos secundários, sempre em ângulos agudos variando de 30 a 45°.

As áreas de melhor vocação hídrica são as zonas de falhamentos coincidentes com a drenagem, as áreas de contato e de superfície de aplainamento elaboradas por processos de pediplanação e ainda as zonas de quartzitos fraturados.

### 1.3.11 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACATI-MIRIM

A bacia hidrográfica contida na Folha SA.24-Y-B e Y-D cinge uma área de 1.906 km<sup>2</sup> e tem uma drenagem predominantemente sub-paralela, em virtude do controle estrutural exercido pelos falhamentos paralelos (Lineamento Sobral—Pedro II). A regularidade das estruturas conduz a drenagem a apresentar um espaçamento regular dos canais secundários e terciários (Tabs. 1.LXX, 1.LXXI e 1.LXXII).

#### 1.3.11.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hidrográfica do rio Aracati-Mirim, com 1.906 km<sup>2</sup>, contribui com o volume médio de 440.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível

TABELA 1.LXVII  
Matriz de caracterização da bacia do rio Acaraú

UNIDADE GEOLÓGICA	UG	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Oa	347,5	0	0	Sk1, PLS3, PLS8, Re6 e Ae	Pfm, Eap, Eas e Ac	ApF, ApFm e EP	1.150	3,9.10 <sup>8</sup>	300	7	0,48	350	550
Barreiras	TQb	526	5	8,4	PVd11, PVd4, PVd2, Re8 e AQd4	Pma, Pmb e Pmh, Eas e Eap	EP, t41, C11 e apFm	1.200	6,31.10 <sup>8</sup>	350	10	0,17	146	646
Serra Grande	SDsg	123,5	6	40,2	PE6, Re11, Re5, PLS4, PVd2 e NC5	Eas e Eap	EP, Aai e Egi	1.366	1,69.10 <sup>8</sup>	187	250	0,28	200	762
Jaibaras	eOj	606	36	276,1	Re6, PE10, Re2, NC5, PE6, PLS4 e PLS5	Eas, Eap, Eps e Epp	EP e Aai	1.055	6,3.10 <sup>8</sup>	350	120	0,17	348	352
Mucambo	eymu'	216,5	9	54,0	PE6, RE6, PE2, PLS4	Eas, Eap, Vss, Vsp, Eps e Epp	EP, Aai e a11	1.400	3,0.10 <sup>8</sup>	100	1,8*	0,51	99,19	1299,1
Meruoca	eym	341	25	107,6	PE11, Re3, Re6 e Re12	Vsp e Ac	Epd, EP, a13 e a24	1.350	4,6.10 <sup>8</sup>	700	1,8*	0,53	697,9	647,9
Parapuí	epa	176	16	108,8	Re2, Re6, Re11, NC5 e PLS4	Eas e Eap	EP, Aai, C11 e C22	1.100	1,9.10 <sup>8</sup>	200	1,8*	0,65	196	704
Martinópole	pem	248,5	17	177,8	PE13, Re3, Re6 e Re11	Eas e Eap	EP, a23 e C11	1.350	3,3.10 <sup>8</sup>	475	1,8*	0,53	469,3	869,3
Nordestino	pen	1932,5	51	481,4	PE13, PLS4, Re8, Re6, Re10, Red, NC2, NC5, NC7 e Re11	Eas, Eap, Vss e Vsp	EP, Egi, Aai, t51, C11, A3, A11 e A23	1.350	2,6.10 <sup>8</sup>	333	1,8*	0,53	332,3	1016,3

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXVIII  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio Acaraú

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	8	4	6	10	4	4	1	1	6,02	Médio
Barreiras	1	4	5	8	4	3	1	1	7,00	Fraco
Serra Grande	7	8	5	10	5	4	5	5	4,44	Bom
Jaibaras	9	7	8	10	4	3	0	0	6,11	Médio
Mucambo	1	6	6	10	5	2	0	0	7,08	Fraco
Meruoca	3	7	7	5	5	5	0	0	6,53	Médio
Parapul	1	7	8	7	4	3	0	0	6,96	Fraco
Martinópole	3	6	5	6	5	4	0	0	6,77	Médio
Nordestino	3	7	4	7	5	3	0	0	6,86	Médio

TABELA 1.LXIX  
Matriz de controle da bacia do rio Acaraú

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,9.10 <sup>6</sup>	2,3.10 <sup>8</sup>	9,7.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,1.10 <sup>6</sup>	6,3.10 <sup>8</sup>	2,1.10 <sup>8</sup>
Serra Grande	2,6.10 <sup>-3</sup>	1,7.10 <sup>-5</sup>	5,2.10 <sup>-4</sup>	4,8.10 <sup>5</sup>	9,6.10 <sup>8</sup>	5,0.10 <sup>8</sup>
Jaibaras	5,3.10 <sup>-3</sup>	6,6.10 <sup>-5</sup>	6,0.10 <sup>-3</sup>	1,13.10 <sup>6</sup>	4,3.10 <sup>8</sup>	1,4.10 <sup>8</sup>
Mucambo	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,5.10 <sup>8</sup>
Meruoca	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	2,4.10 <sup>8</sup>
Parapul	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,2.10 <sup>8</sup>
Martinópole	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,7.10 <sup>8</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-6</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,4.10 <sup>7</sup>

ao escoamento superficial e à alimentação dos aquíferos de subsuperfície, podendo atingir, entretanto, 689.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> no ano mais chuvoso e, para os anos mais secos, o volume de 191.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média (concentrados em até três meses do ano).

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia do rio Aracati-Mirim:

#### A) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 1.815 km<sup>2</sup> (95,2% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- ačudagem: necessária, pois os cursos de água podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 91 km<sup>2</sup> (4,8% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);

- ačudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

#### 1.3.11.2 — Potencial hidrogeológico

##### A) Aluvião

As aluviões apresentam depósitos em camadas areno-argilosas, constituindo cones aluviais, "diques", de pequena espessura e com extensão de algumas dezenas a centenas de metros, no alto e médio curso. Os canais secundários e terciários, no médio e baixo curso, são constituídos por areias, argilas e lentes conglomeráticas. Apresentam um potencial hídrico médio de acordo com a matriz de determinação numérica.

##### B) Dunas

Trata-se de sedimentos inconsolidados, paralelos à costa, constituídos litologicamente por areias finas e médias, bem classificadas, fixadas por uma cobertura vegetal rala.

De acordo com análise feita na matriz de determinação numérica, apresentam uma vocação hidrogeológica média.

### C) Grupo Barreiras

Este grupo é constituído por argilas variegadas e arenitos avermelhados, e está sobreposto ao Complexo Nordestino em uma ampla área, mascarando as estruturas perpendiculares à costa.

Constitui interflúvios tabulares fracos e superfícies de aplainamentos.

A drenagem subparalela é um reflexo do comportamento estrutural.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico fraco.

### D) Formação Serra Grande

Constitui uma cobertura de forma alongada, situada a SO da bacia, em discordância sobre o Complexo Nordestino.

Tal formação constitui um aquífero livre, testemunho de uma cobertura sedimentar pretérita mais ampla.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico variando de bom a médio.

### E) Complexo Nordestino

Localmente constituído por gnaisses, xistos, quartzitos e calcários metamórficos.

Os falhamentos são paralelos, estando a rede de drenagem encaixada e comandada pelos mesmos. Constatam-se, na área, sinformes e antiformes constituindo os enrugamentos do Complexo Nordestino, situado ao sul da bacia.

As rochas estão sofrendo intemperismo mecânico. São notáveis as seguintes feições morfológicas: superfície de aplainamento e interflúvios tabulares.

De acordo com análise feita na matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hídrico fraco.

### 1.3.12 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARACATIAÇU

A bacia hidrográfica contida nas Folhas SA.24-Y-B e SA.24-Y-D abrange uma área de 3.055 km<sup>2</sup> e é representativa do rio Aracatiaçu e seus tributários.

Este rio desenvolve uma drenagem predominantemente subparalela, em seu baixo e médio curso, enquanto que no alto curso os canais secundários e terciários apresentam o modelo dendrítico, tendo confluências em ângulos agudos e retos.

TABELA 1.LXX  
Matriz de caracterização da bacia do rio Aracati-Mirim

UNIDADE GEOLÓGICA	U G	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	35	0	0	SS	Ac	ApF, ApFm e t41	1.300	4,55.10 <sup>7</sup>	350	12	0,83	339,2	610,7
Dunas	Qd	105	0	0	AMd1 e Sk1	Pma, Pmb, Pmh e Pfm	Ad e ApFm	1.400	1,47.10 <sup>8</sup>	400	10	0,20	396,7	603,2
Barreiras	TQb	1.063	10	20,4	PVd4, Sk1, AQd4 e PLS8	Pma, Pmb e Pmh	EP e t41	1.230	1,3.10 <sup>9</sup>	350	10	0,12	348,5	531,5
Serra Grande	SDsg	26	0	0	PVd2 e PLS4	Eas e Eap	EP	1.100	2,86.10 <sup>7</sup>	300	250	10,0	90	710
Nordestino	pen	677	14	105,0	PLS8, PLS4, PVd4, PVd2 e NC7	Eas e Eap	EP, Aai e t41	1.100	7,44.10 <sup>8</sup>	250	1,8*	0,65	250	600

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXXI  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio Aracati-Mirim

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	7	6	5	10	4	3	0	0	6,47	Médio
Dunas	6	5	5	10	5	4	0	0	6,39	Médio
Barreiras	3	5	4	9	4	3	0	0	7,03	Fraco
Serra Grande	8	5	4	10	4	3	7	7	4,58	Bom
Nordestino	2	5	4	9	4	3	0	0	7,16	Fraco

TABELA 1.LXXII  
Matriz de controle da bacia do rio Aracati-Mirim

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	2,5.10 <sup>-5</sup>	1,7.10 <sup>-2</sup>	3,7.10 <sup>5</sup>	7,14.10 <sup>6</sup>	2,4.10 <sup>6</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	3,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	3,08.10 <sup>5</sup>	13,0.10 <sup>8</sup>	4,3.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,5.10 <sup>6</sup>	1,3.10 <sup>9</sup>	4,3.10 <sup>8</sup>
Serra Grande	2,6.10 <sup>-3</sup>	1,04.10 <sup>-5</sup>	5,2.10 <sup>-4</sup>	3,12.10 <sup>5</sup>	6,5.10 <sup>9</sup>	0,11x10 <sup>7</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	4,90.10 <sup>8</sup>

A rede de drenagem é encaixada nos planos de falhamentos, em virtude do modelo tectônico da bacia exercido por falhamentos paralelos e as rupturas menores (planos de fraqueza, onde se desenvolvem os canais secundários e terciários) são reflexos das estruturas maiores. Salienta-se, nesta área, a regressão das vertentes em seu alto curso, em que a intensidade de transporte está relacionada à declividade, como fator limitante (Tabs. 1.LXXIII; 1.LXXIV e 1.LXXV).

#### 1.3.12.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, com 3.055 km<sup>2</sup>, na Folha em estudo, contribui com o volume médio de 209.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir, entretanto, 337.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 80.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média, concentrada em até três meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu:

##### A) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 1.188 km<sup>2</sup> (38,8% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

##### B) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 948 km<sup>2</sup> (31,0% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

##### C) Distribuição superconcentrada/Potencial muito fraco (4e)

- área: 919 km<sup>2</sup> (30% da bacia);
- água disponível: menos de 10.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- aqüedagem: necessária, pois os rios que têm seu curso inteiramente contido na própria área são temporários, e aqueles que provêm de áreas adjacentes são intermitentes;
- drenagem: desnecessária; e
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária.

#### 1.3.12.2 — Potencial hidrogeológico

##### A) Aluvião

As aluviões são constituídas litologicamente por areias, argilas, cascalhos e blocos de rochas.

Estas aluviões ocorrem em determinadas áreas, como bancos de areia e argilas colmatadas, com espessura de alguns metros, sendo que a maior largura é na faixa litorânea.

Na planície fluviomarina, as aluviões surgem como vasas escuras.

De acordo com o resultado da matriz de determinação numérica, as mesmas mostram um potencial hídrico fraco.

##### B) Dunas

Sedimentos arenosos, paralelos à linha da costa, constituindo depósitos de origem marinha, bem caracterizados pela vegetação predominante, pela sua morfologia e pela textura do solo.

A análise da matriz de determinação numérica revela um potencial hídrico médio, que contudo deve ser visualizado com certa reserva, em face da tendência de salinização da água e da ausência de poços em utilização.

##### C) Grupo Barreiras

Os sedimentos que compõem o grupo são argilo-arenosos, de cores variegadas, e têm pequenas espessuras que diminuem sensivelmente à medida que se interiorizam. As condições de explorabilidade deste aquífero são sacrificadas pelos fatores físico-climáticos, geológicos e fisiográficos.

De acordo com o resultado da matriz, apresenta um potencial hídrico fraco.

##### D) Complexo Nordeste

Representa 80% da área da bacia, sendo constituído predominantemente por granitóides e migmatitos.

Estas rochas são bastante fraturadas e falhadas, como se observa em Irauçuba e ao norte de Aracatiaçu.

Uma análise na matriz de determinação numérica revela que o potencial desta área é fraco, fato comprovado pela textura do solo predominante, vegetação típica e feições morfológicas dominantes.

#### 1.3.13 — BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO MUNDAÚ

A bacia hidrográfica do rio Mundaú, contida na Folha SA.24-Y-D, tem uma área de 3.172 km<sup>2</sup>, é representativa dos rios Mundaú, Trairi e Cuxati.

Estes rios foram reunidos, apesar de constituírem duas bacias autônomas, numa só bacia em virtude da escala de trabalho.

A bacia em epígrafe apresenta uma drenagem predominantemente subparalela, e em treliça em algumas áreas. A rede de canais secundários instalou-se segundo a direção de fraturamento, sendo controlada pelas estruturas (Tabs. 1.LXXVI; 1.LXXVII e 1.LXXVIII).

O rio Trairi e o rio Mundaú constituem um delta em formação, graças à ausência de correntes marítimas.

#### 1.3.13.1 — Potencial hídrico de superfície

As bacias hidrográficas conjugadas ao rio Mundaú, com 3.163 km<sup>2</sup>, contribuem com o volume médio de 443.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos, podendo atingir, entretanto, 690.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, volume de 196.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, em média concentrados em até seis meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas nas bacias hidrográficas conjugadas ao rio Mundaú:

##### A) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

- área de 486 km<sup>2</sup> (15,4% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);
- aqüedagem: recomendada, pois os cursos de água intermitentes podem secar até quatro meses por ano;
- drenagem: desnecessária; e
- aquíferos subterrâneos: utilização recomendada.



TABELA 1.LXXIII  
Matriz de caracterização da bacia do rio Aracatiçu

UNIDADE GEOLÓGICA	U G	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	38	0	0	Ac e Sk1	Ac	ApF e ApFm	1.300	4,9.10 <sup>7</sup>	400	12	0,64	391,7	508,3
Dunas	Qd	57	0	0	AMd	Pma, Pmb e Pmh	Ad, ApFm e t41	1.400	7,9.10 <sup>7</sup>	500	10	0,48	493,3	406,7
Barreiras	TQb	485	0	0	AMd1, AQd4 e PVd3	Pma, Pmb e Pmh	Ep e t41	1.300	6,3.10 <sup>8</sup>	400	12	0,27	396,5	503,5
Nordestino	pen	2.475	38	315,6	PLS4, PLS6, PLS3, PVd3, NC5, PE19, PE8, PE14, PE3, PLS6, NC6, PE15, NC4, PE20, PE5, Re6, Re11, Re12 e NC2	Eas, Eap, Eps, Epp, Vsp, Vss e Ac	Aai, Ep, Egi, a11, a12, a22 e a23	950	2,35.10 <sup>9</sup>	250	1,8*	0,75	249	415,1

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXXIV  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio Aracatiçu

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	8	2	3	10	4	4	0	0	6,97	Fraco
Dunas	6	7	8	10	5	4	0	0	6,02	Médio
Barreiras	3	4	5	6	4	4	0	0	7,05	Fraco
Nordestino	1	5	4	6	3	3	0	0	7,54	Fraco

TABELA 1.LXXV  
Matriz de controle da bacia do rio Aracatiçu

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	2,5.10 <sup>-5</sup>	1,7.10 <sup>-2</sup>	3,2.10 <sup>5</sup>	7,75.10 <sup>6</sup>	2,6.10 <sup>6</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	3,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	3,8.10 <sup>5</sup>	6,84.10 <sup>7</sup>	2,3.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,7.10 <sup>6</sup>	5,82.10 <sup>8</sup>	23,3.10 <sup>7</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,8.10 <sup>7</sup>

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 2.615 km<sup>2</sup> (82,6% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### C) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 63 km<sup>2</sup> (2,9% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até 3 meses do ano);
- açudagem: necessária, devido ao regime intermitente;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

#### 1.3.13.2 — Potencial hidrogeológico

##### A) Aluvião

Litologicamente, os leitos do rio principal e dos canais secundários e terciários são constituídos por areias, argilas, arenitos e blocos

de rochas, predominantemente no alto e médio curso, já no baixo curso domina uma vasa cinza-escuro. Convém frisar que em alguns trechos é comum a presença de argilas detríticas de cores variegadas.

Têm largura reduzida em seu alto e médio curso, atingindo maior desenvolvimento na planície fluviomarinha, quando atingem 0,80 a 1,20 km.

De acordo com o resultado da matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hidrogeológico médio.

##### B) Dunas

Sedimentos incoerentes, dispostos paralelos à linha da costa, em constante migração, misturados com material fluvial dando origem a depósito fluviomarinho, "coroa".

Potencial hídrico médio, de acordo com a matriz de determinação numérica, tendo como suporte as sondagens executadas na área.

##### C) Grupo Barreiras

Argilas de cores variegadas, que estão sobrepostas em discordância erosiva ao Complexo Nordeste.

Estes sedimentos apresentam uma espessura variada, tendo maior possança à medida que se aproximam da linha litorânea.



As superfícies arrasadas foram elaboradas por processo de pediplanação, que atingem quase toda a área de ocorrência deste sedimento.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hidrogeológico fraco.

#### D) Complexo Nordeste

Compõe mais de 50% da área da bacia e é constituído predominantemente por granitos e migmatitos.

A trama de fraturamento é intensa, apresentando um alto índice por km<sup>2</sup>.

Morfológicamente dominam nesta área as seguintes formas: cristas de topo contínuo, superfície de aplainamento, relevos residuais, áreas aplainadas sem cobertura arenosa, e há um recuo das vertentes em declive fraco, devido ao retrabalhamento pelas drenagens de 1.ª ordem.

O potencial hidrogeológico é médio, de acordo com o resultado da matriz de determinação numérica.

#### 1.3.14 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU

A bacia hidrográfica do rio Curu, contida na Folha SA.24-Y-D, ocupa uma área de 3.323 km<sup>2</sup>, e apresenta uma drenagem predo-

minantemente dendrítica e subparalela, nas áreas de Itapajé, Iragitinga e Caxitoré. O rio Curu tem uma direção predominante S-N, e o arranjo espacial de seu curso está intimamente relacionado à litologia e aos fenômenos estruturais. A drenagem subparalela está restrita à área acima mencionada, em virtude da presença de cristas com declividade acentuada e ao controle estrutural (falhas). Tais fatos são comprovados pelo mapeamento geológico e geomorfológico, como se pode constatar na matriz de caracterização (Tabs. 1.LXXIX; 1.LXXX e 1.LXXXI).

#### 1.3.14.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hidrográfica do rio Curu, com 3.324 km<sup>2</sup>, na Folha em estudo, contribui com o volume médio de 211.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos; podem atingir, entretanto, 351.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> no ano mais chuvoso e, para o ano mais seco, o volume de 72.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média, concentrado em até seis meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia hidrográfica do rio Curu:

#### A) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

— área: 44 km<sup>2</sup> (1,3% da bacia);

— água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);

TABELA 1.LXXVI  
Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Mundaú

UNIDADE GEOLÓGICA	U G	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	32	0	0	SK1	Pfm	t41 e Apfm	1.400	4,48.10 <sup>7</sup>	400	6	8,9	274	726
Dunas	Qd	82	0	0	AMd1	Pma, Pmb e Pmh	Ad e t41	1.500	1,28.10 <sup>8</sup>	400	5	4,2	337	763
Barreiras	TQb	1.420	0	0	AMd1, SS, AQd4, PVd3 e PVd4	Pma, Pmh, Pmb, Eap e Eas	EP e t41	1.350	1,9.10 <sup>9</sup>	400	10	0,94	392,4	557,6
Nordestino	pen	1.638	63	424,2	PLS4, PE5, PE7, PE20, PE12, PVd2, PVd3, PVd4, PE20, Re6 e Re12	Eas, Eap, Eds, Edp, Vsp e Ac	EP, Aai, Epd, Egi, t41, a23 e a24	1.100	1,8.10 <sup>9</sup>	400	1,8*	0,65	393,7	306,3

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXXVII  
Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Mundaú

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	7	2	5	9	5	4	0	0	6,70	Médio
Dunas	6	6	4	9	5	4	0	0	6,42	Médio
Barreiras	2	5	4	6	5	4	0	0	7,08	Fraco
Nordestino	3	7	5	9	4	4	0	0	6,67	Médio

TABELA 1.LXXVIII  
Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Mundaú

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	5,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	4,0.10 <sup>9</sup>	2,3.10 <sup>7</sup>	7,7.10 <sup>6</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	6,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	5,4.10 <sup>9</sup>	4,89.10 <sup>7</sup>	1,6.10 <sup>6</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,8.10 <sup>7</sup>	1,7.10 <sup>9</sup>	5,6.10 <sup>8</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-7</sup>	4.10 <sup>-3</sup>	—	—	1,2.10 <sup>7</sup>

- açudagem: recomendada, pois os cursos de água intermitentes podem secar até quatro meses por ano;
- drenagem: desnecessária; e
- aquíferos subterrâneos: utilização recomendada.

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 1.056 km<sup>2</sup> (31,8% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### C) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

- área: 197 km<sup>2</sup> (59,3% da bacia);
- água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano e os perenes sofrem grande variação de nível;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

#### D) Distribuição superconcentrada/Potencial muito fraco (4e)

- área: 252 km<sup>2</sup> (7,6% da bacia);
- água disponível: menos de 10.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água, inteiramente contidos no interior da própria área, podem secar até durante 11 meses por ano. Aqueles que provêm de áreas adjacentes são intermitentes;
- drenagem: desnecessária; e
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária.

### 1.3.14.2 — Potencial hidrogeológico

#### A) Aluvião

As aluviões do rio Curu têm uma litologia representada por arenitos inconsolidados médios a grosseiros, cascalhos e depósitos de matéria orgânica. As sondagens revelaram que as lentes de cascalhos estão localizadas próximo à confluência dos riachos. As aluviões recentes estão condicionadas ao longo das calhas dos riachos, representadas por areias, argilas e cascalhos.

As aluviões deste rio aumentam de extensão e espessura na planície fluviomarina.

A alimentação ocorre com a pluviometria e com a infiltração lateral direta da água do rio, na época das chuvas, sendo que na época da seca as aluviões recebem contribuições da água contida nas rochas do Complexo Nordeste.

Os exutórios destas aluviões consistem no mar e na evapotranspiração.

As áreas de melhor vocação hídrica são os vales pequenos e estreitos; os vales grandes, entre cordilheiras; os locais onde o rio ou riacho cortam o vale e os vales planos próximos a serrotes, pois as aluviões são formadas em virtude da união dos leques aluvionares.

De acordo com a matriz de determinação numérica, apresenta um potencial hidrogeológico variando de bom a médio.

#### B) Dunas

Ocupam, nesta bacia hidrográfica, uma área reduzida de 31 km<sup>2</sup>, sempre com uma disposição paralela à linha da costa. A grande reentrância morfológica da faixa litorânea se deve às formas das estruturas que se desenvolvem transversalmente à linha da costa, tal fato é mascarado pelo Grupo Barreiras e pelas Dunas.

De acordo com a análise da matriz de determinação numérica, estas dunas apresentam um potencial hidrogeológico no limite taxonômico, de bom a médio.

#### C) Grupo Barreiras

Sedimentos areno-argilosos, de cores variegadas, que surgem capeando em discordância erosiva o Complexo Nordeste e são sobrepostos por dunas.

Tais sedimentos têm pequena espessura à medida que se interiorizam para S da bacia e maior espessura nas proximidades da costa.

De acordo com o resultado da matriz, apresenta um potencial hidrogeológico médio.

#### D) Complexo Nordeste

O Complexo Nordeste, na região da bacia hidrográfica do rio Curu, apresenta-se como um bloco heterogêneo, constituído predominantemente por gnaisses, quartzitos, calcários, xistos e anfíbolitos. Toda a área NE e SE é fracamente cisalhada, enquanto que a faixa NO e SO é intensamente roturada. Na região de Iratinga, Itapajé e a SE de Iruçuca, existem áreas bem propícias à captação de água através de poços, em face do padrão de fraturamento intenso ser concordante com a drenagem.

De acordo com a matriz de determinação numérica, o potencial hidrogeológico é fraco, salvo nas regiões fraturadas acima mencionadas.

### 1.3.15 — BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO GONÇALO

A bacia hidrográfica do rio São Gonçalo, contida nas Folhas SA.24-Z-C e SA.24-Y-D, é constituída pela drenagem dos rios São Gonçalo e Anil, em uma área de 1.327 km<sup>2</sup>, sendo que o curso principal tem a direção S-N.

Toda a drenagem na bacia apresenta um padrão de arranjo espacial dendrítico, desenvolvido em rochas de diferentes resistências litológicas. Na faixa de deflúvio, em rochas do Complexo Nordeste, este padrão é predominante. Já na área sedimentar, embora domine o padrão dendrítico, há também o padrão em treliça (Tabs. 1.LXXXII, 1.LXXXIII e 1.LXXXIV).

#### 1.3.15.1 — Potencial hídrico de superfície

A bacia hídrica do rio São Gonçalo, com 1.327 km<sup>2</sup> na Folha em estudo, contribui com o volume médio de 272.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à alimentação dos aquíferos subsuperficiais, podendo atingir, entretanto, 443.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 102.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média, concentrados em até três meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas na bacia hidrográfica do rio São Gonçalo:

#### A) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 664 km<sup>2</sup> (48,5% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;

TABELA 1.LXXIX  
Matriz de caracterização da bacia do rio Curu

UNIDADE GEOLÓGICA	U G	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	114	0	0	Sk1, Ae e AMd1	Pma, Pmb, Pmh, Eap e Eas	Apf, C21, Ad, EP e C12	1.300	1,5.10 <sup>8</sup>	350	8	4,2	295,4	654,6
Dunas	Qd	32	0	0	AMd1	Pma, Pmb e Pmh	Ad	1.600	5,0.10 <sup>7</sup>	500	10	4,2	432,8	667,2
Barreiras	TQb	351	0	0	AMd1, PE19, PVd3 e AQd4	Pma, Pmb, Pmh, Eas e Eap	Ad e EP	1.450	5,1.10 <sup>8</sup>	450	10	4,7	381,85	618,15
Nordestino	pen	2.826	67	511,2	PE12, PE3, PE20, PE14, PE15, PLS4, PLS3, PE8, PLS6, PE19, Re6, Re11, Re12, NC2, NC4, NC5 e NC6	Eas, Eap, Eds, Edp Vsp, Epp, Vss e Ac	EP, Epd, Aai, Egi, t11, t21, a12, a13, a21, a22, a23 e a24	1.000	2,8.10 <sup>8</sup>	200	1,8*	0,72	193	625

\*Espessura restituída.

TABELA 1.LXXX  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio Curu

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	8	6	6	9	4	3	9	9	3,93	Bom
Dunas	7	6	5	10	5	4	8	8	3,85	Bom
Barreiras	3	5	4	9	5	4	0	0	6,48	Médio
Nordestino	2	4	5	7	4	3	0	0	7,23	Fraco

TABELA 1.LXXXI  
Matriz de controle da bacia do rio Curu

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	3,0.10 <sup>-4</sup>	3,7.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	6,3.10 <sup>6</sup>	1,09.10 <sup>8</sup>	3,6.10 <sup>7</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	3,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	1,2.10 <sup>6</sup>	3,8.10 <sup>7</sup>	1,26.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	2,4.10 <sup>7</sup>	4,2.10 <sup>8</sup>	1,4.10 <sup>8</sup>
Nordestino	—	10,0.10 <sup>-7</sup>	4,0.10 <sup>-3</sup>	—	—	2,1.10 <sup>7</sup>

— aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e  
— conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial fraco (4d)

— área: 683 km<sup>2</sup> (51,5% da bacia);  
— água disponível: 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);  
— açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante nove meses por ano;  
— aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e  
— conservação do solo: cuidados especiais.

#### 1.3.15.2 — Potencial hidrogeológico

##### A) Dunas

As dunas são sedimentos não consolidados, paralelos à linha da costa, que afloram numa área de 22 km<sup>2</sup>.

Pela análise da matriz de determinação numérica, este aquífero tem um potencial hidrogeológico médio, e pelo equacionamento

global dos parâmetros de caracterização, o mesmo é insignificante como aquífero produtor. Tal fato é constatado pela textura do solo dominante, pela situação geomorfológica e pela vegetação característica da área. Reforçado negativamente pelos seguintes fenômenos: influência das marés, pequena espessura da camada saturada e alta taxa de evapotranspiração.

Um somatório dos parâmetros negativos constata como positivo o seu lado econômico, pois estas condições, que as tornam inexploráveis como aquífero, são elementos geradores de expressivos depósitos salinos, economicamente aproveitáveis.

Tal fato é comprovado pela inexistência de aluvião, e pela perenização do rio apenas dentro da planície fluviomarina.

##### B) Grupo Barreiras

Sedimentos heterogêneos, areno-argilosos, de cores variegadas, que se desenvolvem paralelos à costa, onde apresentam maiores espessuras, que vão diminuindo à medida que se interiorizam. Pela análise da matriz de determinação numérica, este aquífero é classificado como de bom potencial hidrogeológico, podendo variar para médio.

Isto se deve às águas procedentes das dunas (por drenança) e às águas provenientes de exutórios nas rochas do Complexo Nordeste sotoposto.

As possibilidades hidrogeológicas estão reduzidas aos níveis arenosos, com espessura média de 10 m, inseridos na seqüência silítica. Salvo melhor juízo analítico, a boa vocação hídrica está condicionada à situação geomorfológica privilegiada, de que desfruta o Grupo Barreiras nesta bacia.

### C) Complexo Nordeste

O cristalino na bacia do rio São Gonçalo fica inserido no Complexo Nordeste, cujas rochas predominantes locais são: calcários, quartzitos, granitos, gnaiesses e migmatitos.

O seu potencial hidrogeológico foi definido com base na matriz de determinação numérica, no limite de médio a fraco, tendo como suporte o padrão estrutural, os tipos de textura de solos dominantes, a vegetação e o condicionamento morfológico, analisados na matriz de caracterização.

Através da análise do resultado da matriz, constatou-se que um maior potencial hídrico de áreas pouco fraturadas está condicionado às superfícies arrasadas (dominadas por superfícies planas) e às de pedimentação, cujas respostas de respostas são: infiltração rápida e manto de intemperismo mais espesso.

O estudo do comportamento hídrico para áreas mais fraturadas, tendo como suporte a drenagem e o padrão estrutural, leva à conclusão de que as mais promissoras são: as áreas de fraturamento coincidente com a drenagem, as áreas de contatos geológicos por fraturas ou falhas e/ou contatos normais e as zonas de quartzitos com fraturas.

### 1.3.16 — BACIAS HIDROGRÁFICAS CONJUGADAS AO RIO CEARÁ

Com a designação de bacias conjugadas ao rio Ceará, contidas nas Folhas SA.24-Z-C, serão analisadas as drenagens "exorreicas", de deflúvio global, dos rios Ceará, Cocó, Cauípe, lagoa do Poço, Pacoti e dos riachos Catu e Caburé, cujo arranjo espacial de seus cursos apresenta um padrão geométrico idêntico. A visão global deste contexto hidrográfico é assim analisada, em virtude da escala de trabalho.

O padrão de drenagem, desenvolvido pelos rios acima mencionados, é do tipo dendrítico, com os tributários se unindo ao rio principal em ângulos agudos de valores variados; entretanto em algumas áreas a confluência ocorre em ângulos retos, devido à conformação estrutural, como se constata no rio Ceará.

A bacia em epigrafe tem sua drenagem desenvolvida em rochas de resistência uniforme e as estruturas sedimentares se apresentam bastante horizontalizadas (Tabs. 1.LXXXV, 1.LXXXVI e 1.LXXXVII).

#### 1.3.16.1 — Potencial hídrico de superfície

As bacias hidrográficas conjugadas ao rio Ceará, com 2.276 km<sup>2</sup>, contribuem com o volume médio de 430.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água, disponível ao escoamento superficial e à recarga dos aquíferos subterrâneos podendo atingir, entretanto, 670.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> nos anos mais chuvosos e, para os anos mais secos, o volume de 188.500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, em média, concentrados em até seis meses do ano.

A análise do potencial hídrico de superfície revelou as seguintes áreas homogêneas nas bacias hidrográficas conjugadas ao rio Ceará:

TABELA 1.LXXXII  
Matriz de caracterização da bacia do rio São Gonçalo

UNIDADE GEOLÓGICA	UG	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Dunas	Qd	22	0	0	Sk1 e AMd1	Pma, Pmb, Pmh, Eas e Eap	Ad	1.500	33.10 <sup>6</sup>	450	10	3,5	397	625
Barreiras	TQb	97	0	0	AQd4, PE19, Sk1 e PVd4	Pma, Pmb, Pmh e Eas	Ep	1.450	14x10 <sup>7</sup>	400	10	0,34	395	655
Nordestino	pen	1.208	64	230,6	PE19, PVd4, Pvd2, PLS1, Re11 Nc4 e NC3	Eas, Eap, Eds e Edp	Ep, C12, C21, a22	1.050	12x10 <sup>8</sup>	160	1,8	0,68	275	608

TABELA 1.LXXXIII  
Matriz de determinação numérica da bacia do rio São Gonçalo

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Dunas	4	3	3	10	5	4	5	5	5,53	Médio
Barreiras	4	6	8	10	5	4	4	4	4,59	Bom
Nordestino	3	7	5	8	4	3	0	0	6,81	Médio

TABELA 1.LXXXIV  
Matriz de controle da bacia do rio São Gonçalo

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	13,0.10 <sup>-2</sup>	1,17.10 <sup>6</sup>	2,64.10 <sup>7</sup>	0,95.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	4,8.10 <sup>5</sup>	11,7.10 <sup>7</sup>	3,88.10 <sup>7</sup>
Nordestino	—	10 <sup>-7</sup>	4,10 <sup>-3</sup>	—	—	8,6x10 <sup>6</sup>



#### A) Distribuição concentrada/Potencial médio (3c)

- área: 1.542 km<sup>2</sup> (67,7% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (3 a 6 meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante quatro meses por ano e os perenes, Cocó e Ceará, em seu médio e baixo curso, sofrem grande variação de nível;
- drenagem: desnecessária;
- aquíferos subterrâneos: utilização necessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais se fazem necessários, em função da torrencialidade do regime pluvial.

#### B) Distribuição superconcentrada/Potencial médio (4c)

- área: 136 km<sup>2</sup> (32,3% da bacia);
- água disponível: 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (até três meses do ano);
- açudagem: necessária, pois os cursos de água intermitentes podem secar até durante oito meses por ano;
- drenagem: desnecessária; e
- conservação do solo: cuidados especiais.

### 1.3.16.2 — Potencial hidrogeológico

#### A) Aluvião

A faixa aluvionar mais importante na área da bacia é representada pela planície de inundação dos rios Pacoti, Cocó, Ceará e Cauípe. É normalmente constituída por sedimentos areno-argilosos, de cor escura, com elevado teor de matéria orgânica. Estes rios sofrem a influência das águas de preamar, ocasionando o aparecimento de salinas em quase toda a extensão da planície fluviomarinha. De importância secundária, vale registrar as aluviões existentes nos leitos dos córregos e a jusante dos reservatórios superficiais naturais.

De acordo com o resultado da matriz de determinação numérica, o seu potencial hidrogeológico é médio, o que evidencia um limite máximo de exploração.

#### B) Dunas

Sedimentos arenosos incoerentes, permeáveis, sobrepostos ao Grupo Barreiras, paralelos à linha da costa, cobrindo uma área de 177 km<sup>2</sup>, nesta bacia.

As dunas constituem um aquífero inexpressivo, evidenciado pela matriz de caracterização.

O potencial hidrogeológico foi definido como fraco a médio, de acordo com o resultado obtido pela matriz de determinação numérica.

#### C) Grupo Barreiras

Constituído por sedimentos argilo-arenosos de cores variadas, que compõem um aquífero de fraca vocação hidrogeológica.

O Grupo Barreiras se desenvolve paralelo à linha da costa, e tem uma área de 791 km<sup>2</sup>, repousando direta e discordantemente sobre as rochas do Complexo Nordestino e algumas vezes sobre rochas vulcânicas alcalinas.

O capeamento quase constante das dunas torna a parte superior deste grupo mais permeável.

Apresenta um potencial hidrogeológico fraco, de acordo com os resultados da matriz de determinação numérica, sendo tal fato comprovado pela vegetação dominante, textura do solo e pelo condicionamento morfológico.

#### D) Complexo Nordestino

As rochas cristalinas da bacia do rio Ceará são representadas localmente por migmatitos, gnaisses e granitóides do Complexo Nordestino, e, em muito menor escala, pelas vulcânicas alcalinas recentes (fonólitos, traquitos e foiaítos).

Foram englobadas numa mesma unidade aquífera, em face da semelhança de suas características hidrogeológicas.

O seu potencial hídrico foi definido a partir da matriz de determinação numérica, como médio, tendo como suporte a matriz de caracterização, cujos fatores limitantes foram: o solo (textura) e a biomassa vegetal.

As rochas apresentam alto índice de fraturamento, sendo que, por vezes, tais fraturas são mascaradas por uma pequena capa intemperizada. Em campo, constatou-se a presença de riachos fendas a S, SO e NO da bacia. Morfologicamente, as rochas cristalinas apresentam as seguintes feições: cristas, relevo residual, superfície de aplainamento e áreas aplainadas resultantes de acumulação fluvial.

### 1.3.17 — CONSIDERAÇÕES FINAIS

#### 1.3.17.1 — Síntese

O trabalho desenvolvido com o objetivo de definir o potencial dos recursos hídricos na Folha SA.24. Fortaleza sofreu alguns entraves, segundo diversos aspectos.

Em face do exíguo tempo disponível, não foram escolhidos conjuntos ou baterias de poços, para estudos, nem foi realizado qualquer teste de bombeamento. Foi feita uma avaliação, a partir dos dados de poços perfurados e estudados por outros organismos. Do mesmo modo, não foi possível a observação dos poços em períodos distintos, inverno (chuvas) e verão (estiagem), para avaliação do comportamento hidrodinâmico dos aquíferos.

Apesar de todos os aspectos abordados acima, resta salientar que esta é a primeira oportunidade em que o Projeto RADAMBRA-SIL procura integrar os trabalhos de várias divisões, enfocando um único aspecto, que é o recurso hídrico.

As dificuldades e problemas enfrentados com a execução do trabalho para a Folha SA.24 deverão estar melhor equacionados e em um nível de solução mais rápida, quando do desenvolvimento dos trabalhos das Folhas subseqüentes.

#### 1.3.17.2 — Aspectos hídricos das unidades geológicas (litologia)

A) As dunas formam um aquífero livre constituído por areias bem classificadas, de alta permoporosidade, que repousam diretamente sobre o Grupo Barreiras. Tais sedimentos têm uma disposição paralela à linha da costa com uma largura de 4 a 6 km aproximadamente, cuja espessura varia de 20 a 35 m, sendo a espessura da camada saturada variável de 3 a 10 m.

B) As aluviões constituem um aquífero livre e têm uma litologia variando desde a fração fina até a fração grosseira. A alimentação se faz por infiltração direta da pluviometria e por infiltração lateral das águas dos rios.

C) O Grupo Barreiras constitui um aquífero livre e por vezes um aquífero suspenso. Em virtude de sua heterogeneidade litológica, suas características hidrodinâmicas variam de ponto a ponto. As possibilidades hidrogeológicas estão restritas aos níveis arenosos, inseridos na seqüência argilosa cuja espessura média da camada saturada é de 10 m.

D) Formação Itapecuru constitui uma *aquitard* com freqüentes fraturamentos que permitem a circulação da água por filtração vertical, quer ascendente quer descendente. A alimentação ocorre pela precipitação direta, e lateralmente através do rio Longá, que funciona como dreno auxiliado pela topografia. Esta formação pode funcionar como um aquífero de pequena possança.



TABELA 1.LXXXV  
Matriz de caracterização das bacias conjugadas ao rio Ceará

UNIDADE GEOLÓGICA	U G	A (km <sup>2</sup> )	F		S	V	G	P (mm)	Vp (m <sup>3</sup> )	H (mm)	C (m)	Ti (%)	Es (mm)	Er (mm)
			n.º	km										
Aluvião	Qa	80	5	7,6	SS, Sk1, SM e PVd1	Ac	ApF, ApFm e EP	1.600	1,3.10 <sup>8</sup>	500	5	3	452	648
Dunas	Qd	177	0	0	AMd1, SM e AMd2	Pma, Pmb e Pmh	Ad e EP	1.500	2,6.10 <sup>8</sup>	400	8	0,3	394	741
Barreiras	TQb	791	7	12,8	PVd4, AMd1, PVd1, SS, PVd5, PVd7 e PVa2	Pma, Pmb e Pmh	EP	1.500	1,2.10 <sup>9</sup>	500	10	0,25	496	504
Nordestino + Vulcanismo Alcalino	pen Tλ	1.228	83	473,9	PE20, PE7, PVa2, PVd2, PVd4, PE4, PLS7, NC3, NC6, PVd1, Re11, PLS1 e PLS3	Edp, Eas, Eds e Eap	EP, Egi, a23 e a34	1.300	1,6.10 <sup>9</sup>	350	1,8*	0,5	342	602

\* Espessura restituída.

TABELA 1.LXXXVI  
Matriz de determinação numérica das bacias conjugadas ao rio Ceará

UNIDADE GEOLÓGICA	L/E	S	V	G	P (mm)	H (mm)	Ti (%)	Es (mm)	d	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
Aluvião	7	2	5	10	5	4	0	0	6,69	Médio
Dunas	2	4	5	10	5	4	0	0	6,94	Fraco
Barreiras	2	3	5	10	5	4	0	0	7,06	Fraco
Nordestino	3	6	5	6	5	5	3	0	5,60	Médio

TABELA 1.LXXXVII  
Matriz de controle das bacias conjugadas ao rio Ceará

UNIDADE GEOLÓGICA	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /seg)	PERMEABILIDADE K (m/s)	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO OU RESTITUIÇÃO S/U	VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL Ve (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA PERMANENTE Vp (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVA EXPLORÁVEL Re (m <sup>3</sup> /ano)
Aluvião	1,8.10 <sup>-3</sup>	3,6.10 <sup>-4</sup>	43,3.10 <sup>-2</sup>	4,0.10 <sup>6</sup>	1,8.10 <sup>8</sup>	5,7.10 <sup>7</sup>
Dunas	3,0.10 <sup>-4</sup>	3,7.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	8,1.10 <sup>5</sup>	1,8.10 <sup>8</sup>	5,7.10 <sup>7</sup>
Barreiras	4,0.10 <sup>-4</sup>	4,0.10 <sup>-5</sup>	12,0.10 <sup>-2</sup>	3,0.10 <sup>6</sup>	9,6.10 <sup>8</sup>	3,2.10 <sup>8</sup>
Nordestino	—	—	4x10 <sup>-3</sup>	—	—	8,8x10 <sup>6</sup>

E) Formação Cabeças constitui um aquífero livre e por vezes também um aquífero confinado pelos folhelhos da Formação Longá. Esta formação aquífera tem uma litologia favorável, tendo uma espessura variando de 200 a 350 m aproximadamente. A recarga ocorre por infiltração direta da pluviometria nas zonas aflorantes e ainda pela contribuição dos aquíferos sotopostos. Pela análise da drenagem, o escoamento se faz em duas frentes, comandadas pelos rios Paracatu, tributário do Longá e na confluência dos rios Longá e Parnaíba. Esta formação constitui um bom aquífero.

F) Formação Pimenteiros constitui uma bacia aquífera, no sentido hidrológico, em virtude de apresentar um sistema de aquíferos repetidos em profundidade, cuja extensão, distribuição, relação hidráulica e intercomunicação não são bem determinadas. As linhas de fluxos estão na dependência dos contatos geológicos, sofrendo também influência da topografia.

G) Formação Serra Grande constitui dois tipos de aquíferos: aquífero livre, nas bordas; e aquífero confinado, no centro. Esta formação, graças à boa permeabilidade e recarga constante, constitui o melhor aquífero produtor da área.

O escoamento, em relação ao centro da bacia, pode ser convergente e divergente. O escoamento convergente alimenta o aquí-

fero confinado, enquanto que o divergente ocorre nas bordas da bacia, isto é, sentido contrário ao centro, originando fontes, no sopé das escarpas da serra da Ibiapaba.

H) Grupo Jaibaras constitui um aquífero cujo armazenamento de água ocorre similarmente ao cristalino, sendo a retenção por fendas. Em virtude da baixa permeabilidade, os sistemas aquíferos estão relacionados à trama estrutural.

I) Grupo Ubajara é litologicamente representado por arenitos, ardósias e calcários. Em virtude da heterogeneidade litológica e por ter sido uma área sujeita a fenômenos diastróficos com sensíveis modificações texturais, tem um comportamento similar às áreas cristalinas, cuja retenção de água está intimamente ligada ao comportamento rotural.

J) As rochas vulcânicas, a Formação Orozimbo, o Complexo Nordeste e o Complexo de Granja foram englobados, para apreciação litológica, em uma mesma unidade, denominada de rochas cristalinas.

Nas áreas de rochas cristalinas, a permeabilidade e a transmissividade são provocadas por sistema de fraturas (fendas, fissuras, diaclases e falhas) e a sua capacidade de armazenamento de água é efetivamente comandada pela conformação estrutural.

As áreas de rochas cristalinas de melhor vocação hídrica são as seguintes:

- regiões em que os cursos de água são concordantes com a direção de juntas;
- regiões onde camadas sotopostas são petrograficamente muito diferenciadas;
- regiões com mergulho fraco de camadas submetidas a períodos longos de dobramentos; e
- áreas de manto de intemperismo.

### 1.3.17.3 — Relações hídricas na cobertura vegetal

A Estepe Tropical (Caatinga), que é o tipo de vegetação predominante na Folha Fortaleza, tem características de vegetação arbórea, mas em geral apresenta-se de porte baixo, decorrente da intervenção humana.

Tal vegetação se caracteriza por espécies em regeneração, atingindo um máximo de 5 a 6 m de altura, entremeada por indivíduos emergentes.

A correlação existente entre tal tipo de vegetação e a água ambiental é a seguinte: escoamento superficial de médio a alto, infiltração baixa, transpiração fraca, drenagem densa e erosão pronunciada. Com relação à realimentação dos aquíferos subterrâneos, foi considerada como muito baixa a nula.

Restrita à região da serra da Ibiapaba, a Savana Tropical (Cerrado) tem espécimes com altura média de 5 a 7 m, com tipos como o jatobá, o murici, a sabaiba, o tingui etc.

O seu espaçamento é função direta da ação predatória do homem.

As áreas mais densamente cobertas têm, em relação à água, o seguinte comportamento: o escoamento superficial é menor à medida que a densidade arbórea aumenta, a infiltração é média a alta, a transpiração é elevada, a porosidade e a permeabilidade são altas, a drenagem é incipiente e a contribuição da água para a realimentação dos aquíferos subterrâneos é significativa.

Os dois tipos de florestas, a Ombrófila Aberta Tropical e a Estacional Semidecidual Tropical, se encontram atualmente quase que dizimados com seus elementos larga e aleatoriamente espalhados. O espaço entre os núcleos remanescentes existentes está ocupado pela agricultura.

Para a relação com a água, foi considerada a vegetação atual, aquela representada pelas plantações de algodão, macaxeira etc. Nos dois tipos referidos, ocorrem um escoamento superficial médio a alto, uma infiltração baixa a média, uma evapotranspiração média a alta, uma permoporosidade média, uma drenagem intensa e uma erosão forte.

A área como reabastecedora de aquíferos subterrâneos não se revela como eficiente.

Acompanhando a linha do litoral, ocorre Vegetação Pioneira de Mangue nas áreas de influência fluviomarinha, enquanto que nas dunas ocorrem graminosas e arbustos; nos interflúvios tabulares a Vegetação Pioneira de "Restinga" predomina, com elementos como o coqueiro, o cajueiro e o gergelim.

Tal vegetação tem elementos de altura média entre 3 e 5 m, porém o que realmente predomina é o tipo arbustivo; em linhas gerais exhibe um relacionamento com a água segundo as características de: escoamento superficial elevado, infiltração baixa, permoporosidade média, drenagem intensa, evapotranspiração alta e erosão pronunciada.

A parcela de contribuição para armazenamento de água subterrânea é reduzida.

Finalmente, as Áreas de Tensão Ecológica, que se caracterizam por apresentar faixas de tensão entre domínios florísticos que se contatam (por exemplo Savana e Estepe, Savana e Floresta, etc.)

Nestas áreas, um tipo de vegetação procura sobrepujar o outro, ocorrendo freqüentemente misturas de espécies e endemismos.

O comportamento da água, neste meio ambiente, dependerá muito da predominância de um tipo de vegetação sobre o outro.

### 1.3.17.4 — Os movimentos da água e o relevo

A área da Folha SA.24 foi dividida morfológicamente em quatro unidades.

A primeira unidade, chamada Planície Litorânea, englobando dunas e planícies fluviomarinhas, foi anexada neste relatório à Superfície Sertaneja, que é composta pela faixa costeira dissecada em interflúvios tabulares, e ainda pela extensa superfície pediplanada e pelos relevos dissecados. A cota máxima desta unidade está situada em torno dos 100 m.

A água, com relação a esta unidade geomorfológica, apresenta características de escoamento superficial médio a alto, evapotranspiração alta, infiltração média a baixa, o que vai corresponder a uma boa alimentação de mananciais superficiais e a uma recarga baixa a média dos aquíferos subterrâneos; ressalte-se, porém, que todo este reabastecimento, à altura da linha da costa, é perdido para o mar.

Uma outra unidade, a dos Planaltos Residuais, formados de relevos isolados e intensamente dissecados, é representada pelas serras da Uruburetama, de Maranguape, da Meruoca, Mucambo etc. Tem cotas mais elevadas, na faixa dos 600 a 900 m, e a água com relação a esta unidade se caracteriza por forte escoamento superficial, evapotranspiração média e infiltração reduzida, que pode aumentar em função do padrão estrutural; a erosão é forte, provocando ocasionalmente, no sopé das serras, a formação de zonas de acumulação (minibacias e pedimentos detriticos pouco espessos), que poderão ser favoráveis ao armazenamento de água.

Nesta unidade os mananciais de superfície recebem boa parte da água e existem condições topográficas favoráveis à implantação de barragens de pequeno porte para utilização como reservatórios; os aquíferos subterrâneos têm localmente uma realimentação pouco expressiva.

A última unidade, o Planalto da Ibiapaba, é constituída por duas superfícies pediplanadas análogas, com níveis altimétricos diferentes, que são separadas por escarpas.

A superfície mais elevada possui uma cota que varia de 600 aos 900 m e sua topografia apresenta um gradiente de inclinação não muito forte para NO.

A outra superfície pediplanada do Planalto da Ibiapaba possui cotas variando de 150 a 250 m e um gradiente de inclinação similar ao da superfície mais elevada.

A água com relação ao relevo, nesta unidade, apresenta aspectos de alta taxa de infiltração, evapotranspiração média a baixa, escoamento superficial baixo, o que vai refletir numa excepcional recarga dos aquíferos subterrâneos, com notável quantidade de fontes espalhadas pela área, enquanto que os mananciais de superfície recebem uma reduzida parcela e a drenagem é pouco significativa.

### 1.3.17.5 — Os movimentos da água no solo

A relação solo—água será analisada segundo dois aspectos principais, que consistem de: solo como fator de escoamento superficial e solo como fator de infiltração.

Pelo princípio da circulação dos fatores, a relação solo—água, tendo a textura como fator determinante da facilidade ou dificuldade para a infiltração e o escoamento, reflete de forma direta as características locais de realimentação dos aquíferos subterrâneos e de acumulação dos mananciais de superfície.

De acordo com o mapa pedológico, existem quatro zonas de solos predominantes, cujas descrições e relações com a água são enunciadas em seguida:

Zona do litoral — Solos de cobertura arenosa, sobre uma camada dominante argilosa, em alguns casos com textura média.

A relação água—solo mostra que há uma baixa infiltração, o que corresponde à fraca alimentação de aquíferos subterrâneos, a evapotranspiração é alta e a água de interfluxo alimenta os rios.

Zona do Baixo Parnaíba — Solos concrecionários, com uma textura média a argilosa. A relação água—solo reflete uma evapo-



transpiração média a alta, infiltração baixa a média com alimentação dos aquíferos subterrâneos razoável, os mananciais de superfície são abastecidos com ocasionais alagamentos.

Zona Serrana — Solos bem estruturados, com textura média, sobre uma camada argilosa.

A integração água—solo apresenta características de um escoamento superficial médio a alto, infiltração média a baixa em função da trama estrutural, evapotranspiração alta e erosão forte. Como resultado, a alimentação dos mananciais de superfície é significativa enquanto que a recarga dos aquíferos subterrâneos é pouco pronunciada.

Zona do Sertão — Solos com textura superficial média, sobre uma camada argilosa e que se apresentam, por vezes, cascalhentos.

A relação água—solo apresenta as seguintes características: escoamento superficial alto, infiltração reduzida a nula, podendo aumentar em função da trama estrutural; a evapotranspiração é alta, a erosão é forte, a alimentação dos mananciais de superfície é destacada, enquanto que os aquíferos subterrâneos recebem pouca ou nenhuma contribuição.

### 1.3.17.6 — Água disponível em superfície

A variação sazonal da disponibilidade de água em superfície depende fundamentalmente do regime pluviométrico no interior da própria área em estudo, exceto no que diz respeito aos cursos de água perenes, que drenam água de longa distância (rios Parnaíba e Acaraú) e aos reservatórios dos grandes açudes.

Apesar do número relativamente elevado de açudes, são poucos os que efetivamente atendem as populações rurais, no sentido de fornecer água em quantidade suficiente para a agricultura e pecuária. Os núcleos urbanos se beneficiam das águas represadas para o abastecimento doméstico e industrial.

Os mais elevados potenciais de água superficial encontram-se nas áreas serranas e litoral próximo a Fortaleza, onde a precipitação é mais elevada (vide 5 — UPT — Climatologia), atingindo, em média, mais de  $1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$ , na serra da Ibiapaba, de  $0,7 \cdot 10^6$  a  $1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$ , na serra da Meruoca e setor norte da Ibiapaba e de  $0,2 \cdot 10^6$  a  $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$  na serra da Uruburetama e litoral próximo a Fortaleza.

As áreas com menor potencial hídrico superficial ocorrem nos setores de relevo mais deprimido, as superfícies aplainadas do embasamento, com solos pouco desenvolvidos e altamente impermeáveis, a sotavento dos obstáculos orográficos (vide 5 — UPT — Climatologia). Aí se dá o escoamento torrencial durante a curta estação das chuvas e durante a maior parte do ano; todos os rios secam completamente, quando suas nascentes se inserem no interior dos limites destas áreas.

O setor com menor potencial hídrico de superfície está a sotavento da serra da Uruburetama, nas bacias dos rios Aracatiçu e Curu, com menos de  $0,01 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$ , concentrados em menos de três meses.

A análise do volume de água disponível ao escoamento superficial e à alimentação dos aquíferos subterrâneos, por bacia e área homogênea (Tab. 1.LXXXVIII), revela que 82,38% do volume considerado está plenamente disponível até durante três meses, repre-

TABELA 1.LXXXVIII  
Volume de água disponível ao escoamento superficial e à alimentação dos aquíferos subterrâneos para bacia e área homogênea

BACIAS	TOTAL	DISTRIBUIÇÃO CONCENTRADA E POTENCIAL MUITO BOM (3a)	DISTRIBUIÇÃO CONCENTRADA E POTENCIAL BOM (3b)	DISTRIBUIÇÃO CONCENTRADA E POTENCIAL MÉDIO (3c)	DISTRIBUIÇÃO SUPERCONCENTRADA E POTENCIAL MÉDIO (4c)	DISTRIBUIÇÃO SUPERCONCENTRADA E POTENCIAL FRACO (4d)	DISTRIBUIÇÃO SUPERCONCENTRADA E POTENCIAL FRACO (4e)
Parnaíba	3.658.557	52.800	177.500	58.050	3.099.150	271.057	
Ubatuba	1.983.585				1.898.325	85.260	
Coreaú	2.033.270		197.000	245.700	1.567.575	22.995	
Tucunduba	1.518.075				1.518.075		
Acaraú	1.438.782		147.500		1.156.725	134.557	
Aracati-Mirim	838.555				829.000	9.555	
Aracatiçu	638.786				534.600	99.593	4.593
Mundaú	1.401.840			218.925	1.176.300	6.615	
Curu	703.545			19.800	475.425	207.060	1.260
São Gonçalo	361.687				290.025	71.662	
Ceará	976.380			694.125	267.795	14.280	
Total médio	15.553.062	52.800	522.000	1.236.600	12.813.175	922.634	5.853
%	100	0,34	3,36	7,95	82,38	5,93	0,04
Total máximo	24.372.355	64.000	678.600	1.923.600	19.937.050	1.757.400	11.705
Total mínimo	6.730.770	41.600	362.400	549.600	5.689.300	87.870	—
Área (km <sup>2</sup> )	42.480	32	525	2.764	28.606	8.337	1.715

Unidade: Dam<sup>3</sup>/ano.

sentado por um potencial médio, onde é significativa a participação das bacias dos rios Parnaíba, Ubatuba, Coreaú, Tucunduba, Acaraú e Angelim. Ainda sob a rubrica do potencial médio, compõem 7,95% da área, mas com distribuição subconcentrada, ou seja, durante quatro a seis meses do ano.

O volume do potencial hídrico de superfície, em cada bacia, depende de sua área e dos totais pluviométricos no interior de seus limites. A distribuição daquele volume, ao longo do ano, é função dependente do regime pluviométrico e das condições fisiográficas da bacia.

Assim, as áreas de maior pluviometria contam com a maior profundidade do solo, vegetação mais densa e fraturamento pouco significativo, concorrendo para a formação de um armazenamento de água a ser fornecido aos rios durante o período seco. Apesar do relevo mais dissecado contribuir para um escoamento superficial mais rápido, este concorre para o aparecimento das fontes surgentes que alimentam os cursos de água.

### 1.3.18 — RECOMENDAÇÕES

Depois das conclusões expostas anteriormente, e tendo em vista o relatório do potencial hídrico, dever-se-ão considerar as recomendações seguintes:

- melhor aproveitamento das áreas de boa vocação hídrica subterrânea, ora mapeadas, utilizando bateria de poços como suporte auxiliar para a agropecuária e para sistemas de irrigação; e
- deverão ser melhor aproveitados os mananciais de superfície, através da perenização dos rios e riachos principais, pela implantação de barragens sucessivas, de pequeno porte, a fim de corrigir males da má distribuição pluviométrica.

Mediante a análise das matrizes e dos mapas ora apresentados pelo Projeto RADAMBRASIL, as áreas de rochas cristalinas (ígneas, metamórficas etc.) deverão ser avaliadas de acordo com os parâmetros: áreas de fraca drenagem, áreas de peneplanos e áreas de rochas ricas em máficos deverão ser evitadas pois comumente contêm água de má qualidade (fraca potabilidade); por outro lado, as áreas de boa drenagem, coincidente com o fraturamento, as áreas de rochas leucocráticas, cortadas por pegmatitos de pequeno porte, e as áreas de metacóseos, quartzitos e calcários metamórficos geralmente fornecem água de boa potabilidade.

### 1.4 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — ABREU, S.F. de. Um capítulo da geographia do Ceará. Recursos minerais. R. Soc. Geogr., Rio de Janeiro, 33:145-180, 1928.
- 2 — ALBUQUERQUE, O.R. & DEQUECH, V. Contribuição para a geologia do meio norte, especialmente Piauí e Maranhão, Brasil. In CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 2.º, Petrópolis, 1946. Anais. Petrópolis, 1946. v. 3, p. 69-109.
- 3 — ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia e petrologia do arquipélago de Fernando de Noronha. Monogr. Div. Geol. Mineral., Rio de Janeiro (13): 1-181, 1958.
- 4 — ———. Precambrian geology of North-Eastern Brazil and Western Africa and the theory of continental drift. In: SYMPOSIUM ON THE GRANITES OF WEST AFRICA-IVORY COAST, Cameroon, Nigeria, 1965. *Proceedings*. Paris, UNESCO, 1965. p. 151-162.
- 5 — ———. Origem e evolução da plataforma brasileira. B. Div. Geol. Mineral., Rio de Janeiro (241): 1-36, 1967.
- 6 — ALMEIDA, F.F.M. de et alii. The precambrian evolution of the South America cratonic margin south of the Amazon river. In: NAINR, A.E.M. & STEHLI, F.G., ed. *The ocean basins and margins*. New York, Plenum Press, 1973, v. 1, p. 411-446.
- 7 — ALVIM, G.F. Jazigos brasileiros de mamíferos fósseis. *Notas Prelim. Est. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (18): 8-16, ago. 1939.
- 8 — AMARAL, G. & KAWASHITA, K. Determinação da idade do grupo Bambuí pelo método Rb-Sr. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21.º, Curitiba, 1967. Anais. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia, 1967, p. 214-217.
- 9 — AMARAL, G. et alii. Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geochim. Cosmochim. Acta*, London, 30 (2): 159-189, Jan./June 1966.
- 10 — AMSTUTZ, G.C., ed. *Spilites and spilitic rocks*. Berlin, Springer-Verlag, 1974, 482 p. (International Union of Geological Sciences, ser. A, 4)
- 11 — ANDREWS-JONES, D.A. The applications of geochemical techniques to mineral explorations. *Mineral Ind. B.*, Göliden, 2(6): 1-31, 1968.
- 12 — ANHAEUSSER, C.R. et alii. A reappraisal of some aspects of precambrian shield geology. *B. Geol. Soc. America*, Washington, D.C., 80:2175-2200, Nov. 1969.
- 13 — AUBOIN, J. *Geosynclines*. Amsterdam, Elsevier, 1965. 335p.
- 14 — BACCHIEGA, I.F. et alii. *Projeto Fortaleza; relatório da etapa de campo 1*. Recife, DNP/CPRM, 1976. 84p. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2570)
- 15 — BARBOSA, O. Litologia, ambiente e mineralização do grupo Martinópolis, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30.º, Recife, 1978. *Resumo das comunicações*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. 446p. (Boletim, 1) p. 270.
- 16 — BELTRÃO, A.E. de A. *Inventário hidrogeológico do Nordeste folha n.º 6 Fortaleza — CE*. Recife, SUDENE, 1970. 141p. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 28)
- 17 — BEURLEN, K. Contribuição à paleontologia do Estado do Pará. Um balanomorfo da Formação Pirabas. II (Arthropoda-Crustacea). *B. Mus. Paraense Emílio Goeldi, n. sér. Geol.*, Belém (6): 1-6, jan. 1958.
- 18 — BEUS, A.A. Geochemical criteria for assessment of the mineral potential of igneous rock series during reconnaissance exploration. *Quart. Colorado Sch. Mines*, Colorado, 64 (1):67-74, Jan. 1969.
- 19 — BLANKENNAGEL, R.K. *Geological report on the eastern margin of the Maranhão basin*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1952. (Relatório DEXPRO, 291) p. 1-43.
- 20 — BRAGA, A. de P.G. et alii. *Projeto Fortaleza; relatório final*. Recife, DNP/CPRM, 1977. 10v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2653)
- 21 — BRANNER, J.C. *Geologia elementar*. 2.ed. Rio de Janeiro, F. Alves, 1915. 396p.
- 22 — BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais. Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe. *Estudo geral de base do vale do Jaguaribe*; hidrogeologia. Recife, 1967. v. 7, p. 173-178.
- 23 — BRASIL SOBRINHO, T.P. de S. Estrutura geológica do Ceará; noções estratigráficas e geogenia. *R. Inst. Ceará*, Fortaleza, 55:159-175, 1941.
- 24 — BRITO, I.M. Duas espécies de crustáceos recentes na Formação Pirabas, mioceno inferior do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25.º, São Paulo, 1971. *Resumo das comunicações*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. 261p. (Boletim Especial, 1) p. 87-88.
- 25 — ———. Contribuição à paleontologia do Estado do Pará. Sobre um balanomorfo da Formação Pirabas (Crustacea-Cirripedia). *B. Mus. Paraense Emílio Goeldi, n. sér. Geol.*, Belém (18): 1-3, abr. 1972.
- 26 — BRITO, I.M. & SANTOS, A.S. Contribuição ao conhecimento dos microfósseis silurianos e devonianos da bacia do Maranhão. I. Os netromosperitae. *Notas Prelim. Est. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (129): 4-21, 1965.
- 27 — BRITO NEVES, B.B. de. Elementos da geologia pré-cambriana do Nordeste Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27.º, Aracaju, 1973. *Anais*. Aracaju, Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. v. 2, p. 105-128.
- 28 — ———. *Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino*. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências, 1975. 198p. Tese de doutorado.
- 29 — ———. *Estudo da geocronologia da faixa costeira pré-cambriana do Nordeste*. Recife., s. ed., 1978. 13p.
- 30 — BRITO NEVES, B.B. de & PESSOA, R.J.R. Considerações sobre as rochas graníticas do Nordeste Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28.º, Porto Alegre, 1974. *Anais*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 4, p. 143-157.
- 31 — BRITO NEVES, B.B. de; KAWASHITA, K.; MANTOVANI, M.S. Contribuição à geocronologia do pré-cambriano cearense. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7.º, Fortaleza, 1975. *Atas*. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Geologia, 1975. 374p. (Boletim Especial, 5) p. 299-318.
- 32 — BRITO NEVES, B.B. de; KAWASHITA, K.; PESSOA, D.A.R. A posição estratigráfica do complexo Calcó. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7.º, Fortaleza, 1975. *Atas*. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Geologia, 1975. 374p. (Boletim Especial, 5) p. 289-297.
- 33 — CAMPBELL, D.F. *Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão basin*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1949. 117p. (Relatório DEXPRO, 93).
- 34 — CAMPBELL, D.F.; ALMEIDA, L.A.; SILVA, S.O. Relatório preliminar sobre a geologia da bacia do Maranhão. *B. Cons. Nac. Petróleo*, Rio de Janeiro (1):1-160, 1949.
- 35 — CAMPBELL, D.F.; PLUMMER, F.B.; BRAZIL, J.J. Bacia do Maranhão-Piauí. In: BRASIL. Conselho Nacional do Petróleo. *Relatório de 1947*. Rio de Janeiro, 1948. 216p. p. 71-78.
- 36 — CAMPOS, D. de A. & CASTRO, H.E.F. de. *Localidades fossilíferas da Folha S.A.24 Fortaleza*. Rio de Janeiro, Projeto RADAMBRASIL, 1978. 15p. mapa. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 270G)

- 37 — CAMPOS, D.R.B. Contribuição à paleontologia do Estado do Pará; revisão da Família Arcidae, na Formação Pirabas (Mioceno Inferior). XI. (Mollusca, Bivalvia). *B. Mus. Paraense Emílio Goeldi, n. sér. Geol.*, Belém (19):1-34, jan. 1974.
- 38 — CAMPOS, M. de et alii. *Projeto rio Jaguaribe*; relatório final. Recife, DNPM/CPRM, 1976. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2584) v. 1.
- 39 — CARMICHAEL, I.S.E.; TURNER, F.J.; VERHOOGEN, J. *Igneous petrology*. New York, McGraw-Hill, 1974. 739p.
- 40 — CAROZZI, A.V. et alii. *Análise ambiental e evolução tectônica sin-sedimentar siluro-eo-carbonífera da bacia do Maranhão*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES/DINTEP, 1975. 48p. (Sér. Ciência-Técnica-Petróleo. Seção: Exploração de Petróleo. Publ. 7)
- 41 — COBRA, R.Q. *Estudo da estratigrafia, tectônica, ocorrências minerais e recursos d'água do nordeste do Ceará*. Recife, SUDENE, Departamento de Recursos Naturais, 1963.
- 42 — COLLINS, J.J. & LOUREIRO, A.R. *Relatório da prospecção de cobre em Pedra Verde — Viçosa do Ceará*. São Paulo, Ind. Sul Americana de Metais, 1961/1962. 35p.
- 43 — CONDIE, K.C. Archean magmatism and crustal thickening. *B. Geol. Soc. America*, Washington, D.C., 84(9):2981-2991, Sept., 1973.
- 44 — CORDANI, U.G. Comentários sobre as determinações geocronológicas disponíveis nas Folhas Jaguaribe e Fortaleza. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*; Folha Jaguaribe (SB. 24) e Folha Fortaleza (SA. 24). Brasília, 1974. 95p. p. 59-74.
- 45 — CORDANI, U.G. et alii. Idade do vulcanismo no oceano Atlântico Sul. *B. Inst. Geoci. Apl.*, São Paulo (1):9-75, 1970.
- 46 — COSTA, M.J.; TORRES, H.H.F.; MASCARENHAS, J. de. *Projeto aproveitável pesquisa de cobre*; síntese do relatório final de pesquisa. Recife, CPRM, 1978. 58p.
- 47 — COSTA, M.J. et alii. *Projeto Jaibaras*; fotointerpretação preliminar. Recife, DNPM/CPRM, 1972. 2 v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 1694)
- 48 — ———. *Projeto Jaibaras*; relatório final. Recife, DNPM/CPRM, 1973. 5v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2089)
- 49 — ———. Pesquisa de metais básicos no graben de Martinópolis, nordeste do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30.º, Recife, 1978. *Resumos das comunicações*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. 446p. (Boletim, 1) p. 270-271.
- 50 — COSTA, W.D. Contribuição ao estudo geológico da bacia Jaibaras. *Arq. Geol.*, Recife (4):65-89, 1963.
- 51 — COUTO, C.P. Explorações paleontológicas no pleistoceno do Nordeste. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 34(3):19-20, set. 1962.
- 52 — CRANDALL, R. *Geographia, geologia, suprimento d'água, transporte e agudagem nos Estados orientais do Norte do Brasil, Ceará, Rio Grande do Norte e Parahyba*. 2. ed. Rio de Janeiro, Inspeção de Obras Contra as Seccas, 1910. 131p. (Sér. IBD, publ. 10)
- 53 — CRANDALL, R. & WILLIAMS, H.E. *Mappa geológico dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Parahyba*. Rio de Janeiro, Inspeção de Obras Contra as Seccas, 1910. Escala 1:3.000.000. (Sér. I.G., publ. 7)
- 54 — DANNI, J.C.M. *Levantamento geológico no nordeste do Ceará*. Brasília, Universidade, Instituto Central de Geociências, 1968. 39p.
- 55 — ———. Geologia da porção sul do grupo Jaibaras, Ceará. *R. bras. Geoci.*, São Paulo, 2(2):85-97, 1972.
- 56 — DANTAS, J.R.A. Texto explicativo. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*; Folha Jaguaribe (SB. 24) e Folha Fortaleza (SA. 24). Brasília, 1974. 95p. p. 1-59.
- 57 — DELANY, F. *Essai de lexique tectonique*. Paris, Commission de la Carte Géologique du Monde, 1972. 46p.
- 58 — DERBY, O.A. Estrutura geológica e minerais. In: WAPPAEUS, J.E. *A geographia physica do Brasil*. Rio de Janeiro, G. Leuzinger, 1884. 470p. p. 43-59.
- 59 — DREHER, A.M. & ARAUJO, J.F.V. *Petrografia e amostragem do Bloco E-1*; relatório analítico. Belém, Projeto RADAMBRASIL, 1976. 18p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 76-G)
- 60 — FAIRCHILD, T.R. & DARDENNE, M.A. First report of well-preserved precambrian microfossils in Brasil (Paraopeba Formation, Bambuí group, near Brasília). *B. Inst. Geol.*, São Paulo (9):62-68, 1978.
- 61 — FARINA, M. Perspectivas metalogenéticas de alguns granitos pós-orogênicos do Nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8.º, Campina Grande, 1977. *Atas*. Campina Grande, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. 499p. (Boletim, 6) p. 121-129.
- 62 — FERREIRA, C.S. Contribuição à geologia e paleontologia do baixo Parnaíba, no Estado do Piauí. Formação Pirabas (Mioceno Inferior). *B. Mus. Paraense Emílio Goeldi, n. sér. Geol.*, Belém, 9:1-51, fev. 1964.
- 63 — FERREIRA, J.A. de M. *Reconhecimento geológico do norte do Piauí*. Recife, SUDENE, Departamento de Recursos Naturais, 1967, 23p. (Brasil. SUDENE, Geologia Regional, 2).
- 64 — FLEISCHER, V.D.; GARLICK, W.G.; HALDANE, R. Geology of the Zambian copper-belt. In: WOLF, K.H., ed. *Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits*. Amsterdam, Elsevier, 1976. v. 6, p. 223-352.
- 65 — FLINTER, B.H.; HESP, W.R.; RIGBY, D. Selected geochemical mineralogical and petrological features of granitoides of the New England Complex, Austrália and their relation to Sn, W, Mo, and Cu mineralization. *Econ. Geol.*, Lancaster, 67:1241-1262, 1972.
- 66 — FORTES, F.P. Geologia estrutural e tectônica da bacia sedimentar do meio-norte do Brasil, uma síntese com implicações metalogenéticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30.º, Recife, 1978. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, v. 1, p. 321-332.
- 67 — FRANÇA, F.A.B. de. *Reconhecimento geoeconômico na região de Pedra Verde — Viçosa do Ceará*. Rio de Janeiro, DNPM, 1972. 15p. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 1919).
- 68 — GARY, M.; MacAFEE, J.R.; WOLF, C.L. *Glossary of geology*. Washington, D.C., American Geological Institute, 1972. 805p.
- 69 — GERASIMOVSKI, V.I. Geochemical features of agpaitic nepheline-syenites. In: VINOGRADOV, A.P., ed. *Chemistry of the earth's crust*. Jerusalém, Program for Scientific Translations, 1967. v. 2, p. 104-118.
- 70 — ———. Trace elements in selected groups of alkaline rocks. In: SORENSEN, H., ed. *The alkaline rocks*. London, J. Wiley, 1974. 622p. p. 402-414.
- 71 — GOUVEIA, A.H.C. Características e mineralização do escarnito: Mina Brejuí — Currais Novos — RN. *Atas do VIII Simpósio de Geologia do Nordeste*, Campina Grande (PB), (b), 189-199, nov., 1977.
- 72 — HALL, A. The relationship between geothermal gradient and the composition of granitic magmas in orogenic belts. *Contrib. Mineral. Petrol.*, New York, 32 (3):186-192, 1971.
- 73 — HARTT, C.F. *Geology and physical geography of Brazil*. Boston, Fields Osgood, 1870. 620p.
- 74 — HATCH, F.H.; WELLS, A.K.; WELLS, M.K. *Petrology of the igneous rocks*. 13.ed. London, T. Murby, 1972. 551p. (Textbook of Petrology, 1)
- 75 — HEDBERG, H.D., ed. *International stratigraphic guide; a guide to stratigraphic classification terminology and procedure*. New York, J. Wiley, 1975. 200p.
- 76 — HESS, F.L. *Tactite; the product of contact metamorphism*. *Amer. J. Sci.*, New Haven, 48:377-378, 1919.
- 77 — HESS, F.L. & LARSEN, E.J. Contact-metamorphic tungsten deposits of the United States. *B. Geol. Surv. New Zealand*, Wellington, 725-245-309, 1921.
- 78 — HILLS, E.J. *Elements of structural geology*. New York, J. Wiley, 1963. 483p.
- 79 — HUANG, T.K. & CHUN-FA, J. A preliminary investigation of the evolution of the earth's crust from the point of view of a polycyclic tectonic movements. *Sci. Sinica*, Peking, 11(10):1377-1435, 1962.
- 80 — HURLEY P.M. et alii. Some orogenic episodes in South America by K-Ar and whole-rock Rb-Sr dating. *Canad. J. Earth Sci.*, Ottawa, 5(3):633-638, 1968.
- 81 — HYNDMAN, D.W. *Petrology of igneous and metamorphic rocks*. New York, McGraw-Hill, 1972. 533p.
- 82 — ILLIES, J.H. Taphrogenesis: rhinegraben, continental rift systems, and mortian rifts. In: ILLIES, J.H. & FUCHS, K., ed. *Approaches to taphrogenesis*. Stuttgart, E. Schweizerbatsche Verlagsbuchhandlung, 1974. (Inter-Union Commission on Geodynamics, Scientific Report, 8) p. 1-13.
- 83 — IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rock. *Canad. J. Earth Sci.*, Ottawa, 8(521):523-548, 1971.
- 84 — ISSLER, R.S.; NASCIMENTO, D.A. do; PEREIRA, C.P. *Rochas alcalinas feldspatóidicas ao sul de Fortaleza-CE*. Natal, Projeto RADAMBRASIL, 1977. n.p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 134-G)
- 85 — ISSLER, R.S. et alii. *Chaminés alcalinas da região Dobrada Caririana*. Natal, Projeto RADAMBRASIL, 1977. 7p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 214-G)
- 86 — ———. *Considerações sobre a granitogênese e vulcanogênese pós-orogênica da Folha SA. 24 Fortaleza*. Florianópolis, Projeto RADAMBRASIL, 1979. 21p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 218-G).
- 87 — JOHANNSEN, A. *Introduction, textures classifications and glossary*. Chicago, Univ. of Chicago Press, 1969. 318p. (A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks, 1)
- 88 — JUNG, J. & BROUSSE, R. *Classification modale des roches éruptives utilisant les données fournies par le comoteur de points*. Paris, Masson, 1959. 122p.
- 89 — KAWASHITA, K. *O método Rb/Sr em rochas sedimentares*; aplicação para as bacias do Paraná e Amazonas. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências, 1972. Tese de doutorado.



- 90 — KEGEL, W. Contribuição para o estudo do devoniano da bacia do Parnaíba. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (141):1-48, 1953.
- 91 — ———. As inconformidades da bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (160):1-59, 1956.
- 92 — ———. Os lineamentos na estrutura geológica do Nordeste. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 33:1-25, 1961.
- 93 — ———. A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (227): 1-47, 1965.
- 94 — KEGEL, W.; SCORZA, E.P.; COELHO, F.C.P. Estudos geológicos do norte do Ceará. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (184): 1-46, 1958.
- 95 — KHAIN, V.Ye. & SHEYNMANN, Yu.M. Hundredth anniversary of the geosynclinal theory. *Int. Geol. R.*, Washington, D.C., 4(2): 166-198, Feb. 1962.
- 96 — KORPERSHOEK, H.R. *Mapa geológico do Vale do Ubari-CE*. Viçosa do Ceará, Promissa, 1976. Escala 1:10.000.
- 97 — KUNO, H. Origin of andesite and its bearing of the island arc structure. *B. Volcanol.*, 32:141-176, 1968.
- 98 — LA ROCHE, M.H. de. Comportement géochimique différentiel de Na, K, et Al dans les formations volcaniques et sédimentaires: un guide pour l'étude des formations métamorphiques et plutoniques. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 267:39-42, juil. 1968.
- 99 — LAWRENCE, G. The use of rubidium/strontium ratios as a guide to mineralization in the Galway granite Ireland. *Special Publication of Association of Exploration Geochemists*, Amsterdam (2): 353-370, 1975.
- 100 — LEHMANN, E. Keratophyres, so-called Keratophyres and allied rocks especially spilites. *N. Jahrb. Mineral. Abh.*, Stuttgart, 122 (3): 268-290, Nov. 1974.
- 101 — LEONARDOS, O.H. Ocorrências de diatomito no Ceará. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 11(61): 21-29, jul. 1946.
- 102 — LIMA, E.A.M. et alii. *Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba; integração geológico-metalogenética, etapa III, relatório de progresso, fase de campo I*. Recife, DNPM/CPRM, 1977. 4v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2624)
- 103 — LISBOA, M.A.R. The permian geology of Northern Brazil. *Amer. J. Sci.*, New Haven, 37(221): 425-442, 1914.
- 104 — LOMBARD, A. *Les séries marines*. Paris, Masson, 1963.
- 105 — MABESOONE, J.M. Sedimentos eopaleozóicos do Nordeste brasileiro. *Est. Sedimentol.*, Natal, 2(1/2): 77-98, jan./dez. 1972.
- 106 — MABESOONE, J.M.; BEURLEN, K.; RAND, H.M. Geologia da bacia de Jaibaras (Ceará). *B. Est. Pesq.*, Recife, 2:1-15, 1971.
- 107 — MABESOONE, J.M.; SILVA, A.C.; BEURLEN, K. Estratigrafia e origem do grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *R. bras. Geoci.*, São Paulo, 2(3): 173-188, 1972.
- 108 — MACEDO, A.C.M. Correlação micropaleontológica entre as Formações Pirabas (Pará, Br.) e Chipola (Flórida, USA). *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 44(3/4): 586-587, 1972.
- 109 — MAGAK'YAN'S, I.G. A metallogenic map of the world. *Int. Geol. R.*, Washington, D.C., 2:489-497, 1960.
- 110 — MALZAHN, E. Devonisches glazial im staate Piauí (Brasilien), ein neuer Beitrag zur Eiszeit des Devons. *Beih. Geol. Jahrb.*, Hannover, 25:1-31, Feb. 1957.
- 111 — MARMO, V. On the emplacement of granites. *Amer. J. Sci.*, New Haven, 254:479-492, 1956.
- 112 — ———. Granite petrology and the granite problem. Amsterdam, Elsevier, 1971. 244p. (Development in Petrology, 2)
- 113 — MATOSO, S. de Q. & ROBERTSON, F.S. Uso geológico do termo "barreiras". *B. téc. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 2(3): 37-43, 1959.
- 114 — MEHNERT, K.R. *Migmatites and the origin of granitic rocks*. Amsterdam, Elsevier, 1971. 398p. (Developments in Petrology, 1)
- 115 — MELLO, A.A. de. *Tectônica regmática e suas aplicações ao Nordeste Oriental*. Recife, s.ed., 1977.
- 116 — MELLO, Z.F. de. *Considerações tectono-petroológicas em seqüências molássicas no Nordeste Oriental do Brasil*. Recife, Universidade Federal, Centro de Tecnologia, 1977. 254p. Tese de mestrado.
- 117 — MENTE, A.; GUSMÃO, G.A.; CRUZ, W.B. Estudo hidrogeológico da região de São João do Piauí. *B. Rec. Nat.*, Recife, 4(3/4): 325-366, jul./dez. 1966.
- 118 — MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C.P. Maranhão paleozoic basin and cretaceous coastal basins, North Brazil. *B. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, Tulsa, 43(9): 1475-1512, Sept. 1964.
- 119 — MIYASHIRO, A. *Metamorphism and metamorphic belts*. London, Allen & Unwin, 1973. 492p.
- 120 — ———. Volcanic rock series in island arc and active continental margins. *Amer. J. Sci.*, New Haven, 274(4): 321-355, Apr. 1974.
- 121 — MOODY, J.M. & HILL, M.J. Wrench-fault tectonics. *Geol. Soc. America B.*, Washington, D.C., 67:1207-1246, Sept. 1956.
- 122 — MOORHOUSE, W.W. *The study of rocks in thin section*. New York, Harper and Row, 1959. 514p.
- 123 — MORAES, J.F.S. de. Estudo geológico-econômico preliminar de algumas ocorrências de manganês do Ceará. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7.º, Fortaleza, 1975. Atas. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Geologia, 1975. 374p. (Boletim, 5) p.367-373.
- 124 — MORAES, J.F.S. de & SILVA PRADO, F. da. *Projeto ferro-manganês*; relatório final. Recife, CPRM, 1974. 126p.
- 125 — MORAES, L.J. de. *Serras e montanhas do Nordeste*. Rio de Janeiro, Inspetoria de Obras Contra as Seccas, 1924. 122p. (Sér. I.D. publ. 58)
- 126 — ———. Depósitos de diatomita no Ceará. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 3(15): 156, 1938.
- 127 — MOURAIS, J.O. de & SOUZA, J.V. de. Transporte e sedimentação de dunas no município de Fortaleza (Ceará-Brasil). *Est. Sedimentol.*, Natal, 1(1): 73-81, jan./jun. 1971.
- 128 — MURATOV, M.V. Principal types of basins of ancient platforms and the problem of their origin. *Int. Geol. R.*, Washington, D.C., 16(2): 125-132, Feb. 1974a.
- 129 — ———. Structure and development of median massifs in geosynclinal folded regions. *Geotectonics*, Washington, D.C. (3): 142-146, 1974b.
- 130 — NASCIMENTO, D.A. do. *Uma análise da geologia de parte da Folha SA.24-Fortaleza, bacia de Jaibaras*. Natal, Projeto RADAMBASIL, 1976. 12p. (Relatório Interno RADAMBASIL, 124-G)
- 131 — NASCIMENTO, D.A. do & GAVA, A. *Geologia da Folha SA.24-Z-C Fortaleza e parte do extremo sudeste da Folha contígua SA.24-Y-D Sobral*. Natal, Projeto RADAMBASIL, 1977. n.p. (Relatório Interno RADAMBASIL, 229-G)
- 132 — NORTHFLEET, A.A. *Semi detalhe da região noroeste do alto Parnaíba*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1965. (Relatório Técnico Interno, 240)
- 133 — NUNES, A. de B.; LIMA, R.F.; BARROS FILHO, C.N. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SA.23 São Luiz e parte da Folha SA.24 Fortaleza*. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 3)
- 134 — OLIVEIRA, A.I. de & LEONARDOS, O.H. *Geologia do Brasil*. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813p. (Sér. Didática, 2)
- 135 — OLIVEIRA, E.P. de. *Nota preliminar sobre as jazidas de cobre de Pedra Branca, Estados da Parahyba e Rio Grande do Norte*. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1923. 37p.
- 136 — OLIVEIRA, J.C. de & MEDEIROS, M. de F. *Projeto diatomito/argila*; relatório final. Recife, CPRM, 1975. 3v.
- 137 — PAIVA, G. de. Evolução dos conhecimentos sobre a geologia criptozóica do Nordeste do Brasil. *B. Div. Fom. Prod. Mineral.*, Rio de Janeiro (73): 13-31, 1945.
- 138 — PARWARDHAM, A.M. & BANDHARI, A. Petrogenesis of spilites occurring at Mandi, Himachal Pradesh, India. In: AMSTUTZ, G.C., ed. *Spilites and spilitic rocks*. Berlin, Springer-Verlag, 1974. 482p. (International Union of Geological Sciences, Ser. A, 4) p.179-189.
- 139 — PIAZZA, H. de la & SANTOS, D.B. dos. *Geologia do sudoeste de Floriano, Piauí*. Belém, PETROBRÁS/RENOR, 1967. (Relatório Técnico Interno, 279)
- 140 — PIIRAINEN, T. & ROUHUNKOSKI, P. General features of the spilitic rocks in Finland. In: AMSTUTZ, G.C., ed. *Spilites and spilitic rocks*. Berlin, Springer-Verlag, 1974. 482p. (International Union of Geological Sciences, Ser. A, 4) p. 191-205.
- 141 — PLUMMER, F.B. Estados do Maranhão e Piauí. *Relat. Cons. Nac. Petróleo*, Rio de Janeiro, 1946:87-134, 1948.
- 142 — RAJU, R.D. & RAO, J.S.R.K. Chemical distinction between replacement and magmatic granitic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.*, New York, 35(2): 169-172, 1972.
- 143 — RAND, H.M. *Investigações magnetométricas de depósitos de ferro perto de Sobral, Ceará*. Recife, Escola de Geologia, 1964. 15p. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 257)
- 144 — RAO, A.B. & SIAL, A.N. Observations on alkaline plugs near Fortaleza city, Ceará State, Brazil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24.º, Montreal, 1972. Section 14, p.56-61.
- 145 — REGALI, M. da S.P.; UESUGUI, N.; SANTOS, A. da S. Palinologia dos sedimentos mesocenozóicos do Brasil. *B. téc. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 17(3): 177-191, jul./set. 1974.
- 146 — RIBEIRO, A.G. & GONÇALVES, R. do N. *Balanço hídrico*. Salvador, Projeto RADAMBASIL, 1978. n.p. (Relatório Interno RADAMBASIL, 15-UP1)
- 147 — RITTMANN, A. *Vulkane und ihre Tätigkeit*. 2.Aufl. Stuttgart, F. Enke, 1960.
- 148 — ROZINOV, M.I. Types of tectonic evolution and the problem of genetic classification of continental structures. *Geotectonics*, Washington, D.C., 9(5): 276-283, May 1976.



- 149 — SALOP, L.I. & SCHEINMANN, Yu.M. Tectonic history and structures of platforms and shields. *Tectonophysics*, Amsterdam, 7(5/6): 565-597, 1969.
- 150 — SANTOS, E.J. dos; MELO, C.B.M. de; MELO, E.Z.V. de. Diversidade do plutonismo granítico brasileiro do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30.º, Recife, 1978. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v.6, p.2624-2634.
- 151 — SANTOS, E.J. dos et alii. *Mapa geológico preliminar do Estado do Ceará*. Recife, CPRM, 1972. Escala 1:500.000.
- 152 — SHATALOV, E.T. *The international metallogenic dictionary; review of work*. s.l., Commission for the Geological Map of the World, 1965.
- 153 — SIAL, A.N. Os corpos graníticos da Meruoca e de Mucambo, Sobral, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30.º, Recife, 1978. *Resumo das comunicações*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. 446p. (Boletim, 1) p.309-310.
- 154 — SILVA, A.B. da & SILVA, F.A.C. *Inventário hidrogeológico do Nordeste, folha n.º 5 — Fortaleza — SO*. Recife, SUDENE, 1970. 165p. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 27)
- 155 — SIQUEIRA, L. Contribuição da geologia à pesquisa de água subterrânea no cristallino. *R. téc. ci. Água Subterrânea*, Recife (9): 1-49. jan./mar. 1967.
- 156 — SMALL, H.L. *Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí*. Rio de Janeiro, Inspetoria de Obras Contra as Seccas, 1913. 80p. (Sér. I.D., publ. 25)
- 157 — ———. *Geologia e suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará*. Rio de Janeiro, Inspetoria de Obras Contra as Seccas, 1914. 146p. (Sér. I.D., publ. 32)
- 158 — SMIRNOV, V.I. *Geology of mineral deposits*. Trad. de H.C. Creighton. Moscou, Mirs. Publ., 1976. 520p.
- 159 — SMITH, T.E. & TUREK, A. Tin-bearing potential of some devonian granitic rocks in SW, Nova Scotia. *Miner. Deposita*, Berlin, 11(2): 234-245, 1976.
- 160 — SOPPER, R.H. *Geologia e suprimento d'água subterrânea do Rio Grande do Norte e Parahyba*. Rio de Janeiro, Inspetoria de Obras Contra as Seccas, 1913. 62p. (Sér. I.D., publ. 26)
- 161 — SOUSA, J.F. de. Perfil analítico da diatomita. *B. Dep. Nac. Prod. Mineral*, Rio de Janeiro (11): 1-27, 1973.
- 162 — SOUZA, H.C.A. de & ABREU, S.F. Diatomito do Nordeste. *B. Div. Fom. Prod. Mineral*, Rio de Janeiro (33): 1-57, 1939
- 163 — STANTON, R.L. *Ore petrology*. New York, MacGraw-Hill, 1972. 713p.
- 164 — STEIGER, R.H. & JAGER, E. Subcommission on geochronology: convention of the use of decay constants in geochronology and cosnochronology. Contributions to the geological time scale. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Stud. Geol.*, Oklahoma (6): 67-71, 1978.
- 165 — STRECKEISEN, A. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. R.*, Amsterdam, 12:1-33, 1975.
- 166 — SUSZCZYNSKI, E.F. Carte géologique et des gisements métallifères de la partie orientale du bouclier brésilien (Natal e Fortaleza). *B. Est. Div. Geol.*, Recife, 1965. Escala 1:1.000.000.
- 167 — ———. *Considerações sobre a evolução tectono-orogénica da parte oriental do escudo brasileiro*. *B. Rec. Nat.*, Recife, 4(3/4): 373-416, 1966.
- 168 — ———. *Notice explicative de la carte géologique et des gisements métallifères du Nord-Est brésilien*. Recife, SUDENE, 1967. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 1566)
- 169 — ———. Mapa dos jazimentos minerais do Brasil. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (248): 1-34, 1970.
- 170 — ———. *Mapa metalogenético do Brasil; notícia explicativa da legenda*. Rio de Janeiro, DNPm, 1973. 19p.
- 171 — ———. *Os recursos minerais reais e potenciais do Brasil e sua metalogenia*. Rio de Janeiro, Interciência, 1975. 536p.
- 172 — TAUSON, L.V. & KOZLOV, V.D. Distribution functions and ratio of trace-element concentrations as estimations of the ore-bearing potential of granites. In: INTERNATIONAL GEOCHEMICAL EXPLORATION SYMPOSIUM, 4.º, 1972. *Proceedings*. London, Institute of Mining and Metallurgy, 1973. p.37-44.
- 173 — THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. R.*, New York, 38(1): 55-94, Jan. 1948.
- 174 — THORTON, C.P. & TUTTLE, O.F. Chemistry of igneous rocks. I. Differentiation index. *Amer. J. Sci.*, New Haven, 258:663-684, Nov. 1960.
- 175 — TORQUATO, J.R. *Geologia do sudeste de Moçâmedes e suas relações com a evolução tectônica de Angola*. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências, 1974. 243p. Tese de doutorado.
- 176 — TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. *Petrologia ígnea e metamórfica*. Trad. de José M. Fuster e Pablo Martinez Strong. 2. ed. Barcelona, Ed. Omega, 1960. 726p.
- 177 — VALLANCE, T.G. Pyroxenes and the basalt; spilite relation. In: AMSTUTZ, G.C., ed. *Spilites and spilittic rocks*. Berlin, Springer-Verlag, 1974. 482p. (International Union of Geological Sciences, ser. A, 4) p.59-68.
- 178 — VANDOUROS, P. & OLIVEIRA, M.A.F. de. Sobre o fonólito de Mecejana, Ceará. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 40(2): 203-206, 1968.
- 179 — WILLIAMS, H.E. Notas sobre a geologia e recursos minerais do norte do Ceará. *B. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (16): 1-42, 1926.
- 180 — WINGE, M. Breves notas sobre a geologia do noroeste do Ceará. *B. Est. Div. Geol.*, Recife (3): 14-23, 1967.
- 181 — WINKLER, H.G.F. *Petrogenesis of metamorphic rocks*. 2.ed. New York, Springer-Verlag, 1967. 237p.
- 182 — ———. *Petrogênese das rochas metamórficas*. Trad. de Carlos Burger Junior, São Paulo, E. Blucher; Porto Alegre, Universidade Federal, 1977. 254p.
- 183 — WOODRING, W.P. Geology and paleontology of canal zone and adjoining parts of Panamá. Description of tertiary mollusks. *Geol. Surv. Prof. Pap.*, Washington, D.C., 306-E: 67-82, 1973.
- 184 — WRIGHT, J.B. A simple alkalinity ratio and its application to question of non-orogenic granite. *Geol. Mag.*, London, 106(4): 370-384, 1969.
- 185 — ZONENSHAYN, L.P. Tectonics of the folded regions of central Asia (the structural patterns of geosynclinal regions). *Geotectonics*, Washington, D.C., 6:356-365, 1967.
- 186 — ZUBKOV, V. *General Petrography; a short course*. Moscow, Mirs. Publ., 1967. 227p.



A — Quartzitos dobrados (Complexo Nordeste). Dobras de pequena amplitude postadas em um dos flancos da sinclinal que compõe a faixa metassedimentar da Região do Curu. Açude Caixitoré. Folha SA.24-Y-D. Fevereiro de 1978.



B — Metassedimentos da Região de Forquilha (Complexo Nordeste). Gnaisses algo xistosos com bancos de quartzitos intercalados mergulhando para SE. Km 149 da rodovia CE-230. Folha SA.24-Y-D. Maio de 1978.





A — Metassedimentos da Região do Curu (Complexo Nordestino). Dobramentos secundários em quartzitos que compõem a sinclinal do Caxitoré. Açude Caxitoré. Folha SA.24-Y-D. Fevereiro de 1978.



B — Enclaves de composição básica (Complexo Nordestino). Afloramento de rochas com composição granitóide, apresentando paleossomas de forma alongada "amebóide". Pedreira Santa Quitéria. Folha SA.24-Z-C. Junho de 1977.



A — Calcário cristalino (Complexo Nordeste). Camada de calcário encaixada concordantemente em xistos e quartzitos. Açude Caxitoré. Folha SA.24-Y-D. Fevereiro de 1978.



B — Sinclinal da serra da Ubatuba (Grupo Martinópolis). Vista aérea das cristas de quartzitos basais formando uma ampla sinclinal. Folha SA.24-Y-C. Junho de 1977.

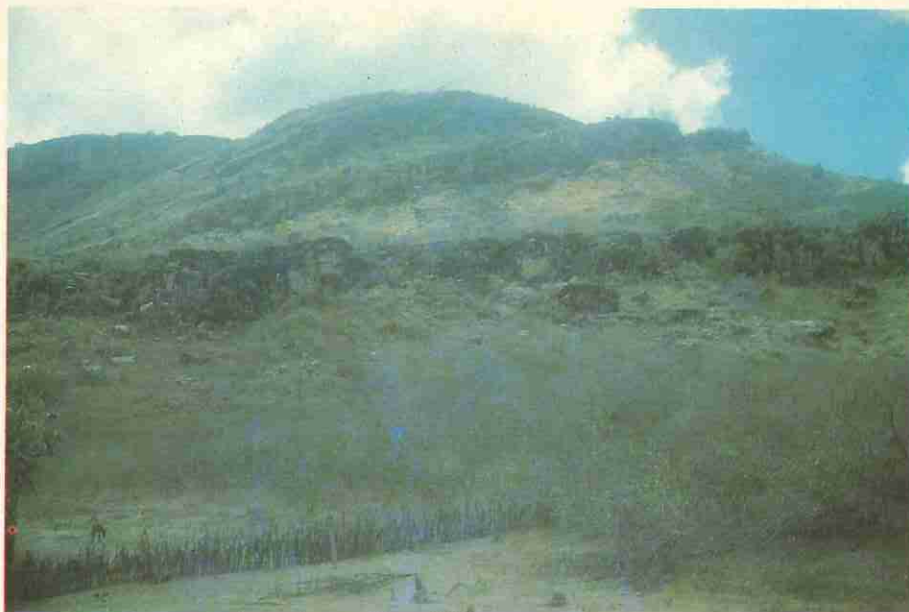




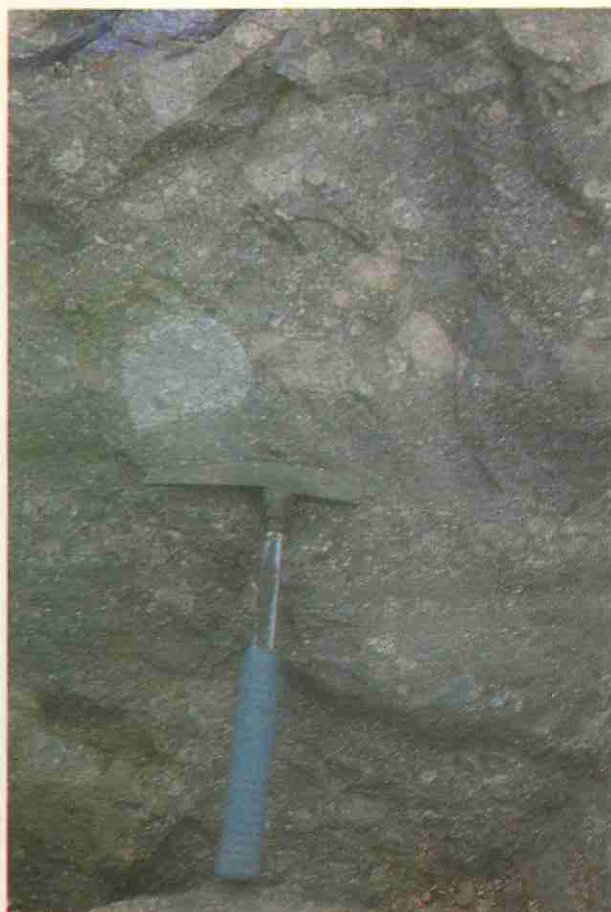
A — Dobras recumbentes (Grupo Martinópolis). Pequenas dobras com planos axiais subhorizontais, apresentando forte clivagem, paralela aos planos axiais das dobras. Serra de São Joaquim. Folha SA.24-Y-C. Outubro de 1977.



B — Filitos (Grupo Martinópolis). Exposição de filitos, algo xistosos quando alterados, formando pequenas dobras localizadas. Estrada Martinópolis—Granja. Folha SA.24-Y-C. Fevereiro de 1978.



A — Derrames de lavas (Vulcanismo Parapuí). Aspecto dos derrames sucessivos de lavas que compõem o serrote do Morro próximo da cidade de Parapuí. Folha SA.24-Y-D. Maio de 1977.



B — Conglomerado brechóide (Formação Massapê). Afloramento do conglomerado polimitico brechóide basal do Grupo Jaibaras composto de gnaisses, filitos, arenitos e quartzitos. Local 1 km a noroeste de Massapê. Folha SA.24-Y-D. Outubro de 1977.

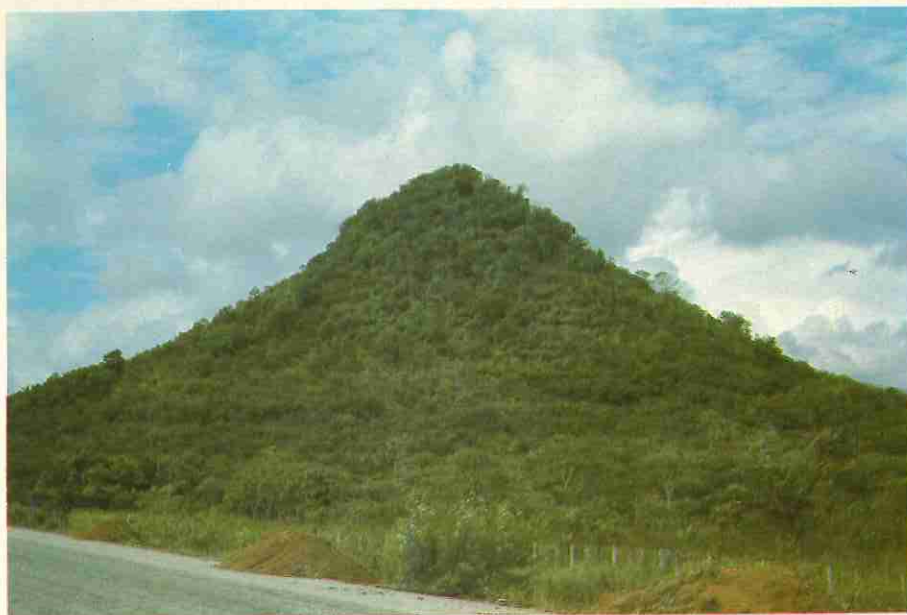


A — Discordância. Vista parcial do contato discordante do tipo erosivo-angular entre a Formação Serra Grande e o Granito Mucambo. Folha SA.24-Y-C. Junho de 1972.

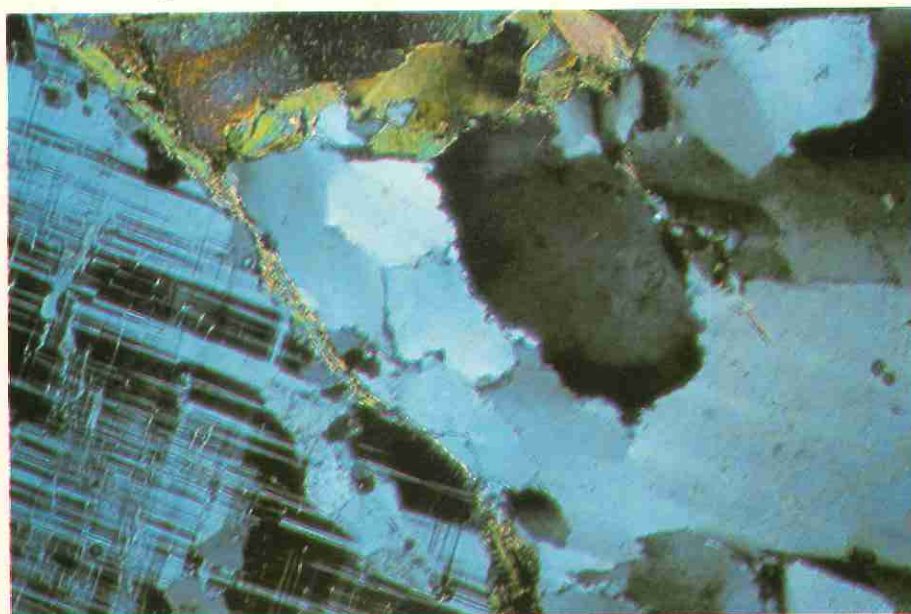


B — Serrote Japarara (Vulcanismo Alcalino). Feição morfológica do neck alcalino composto de rocha fóialto leucocrática. Folha SA.24-Z-C. Junho de 1977.





A — Serrote Pão de Açúcar (Vulcanismo Alcalino). Feição morfológica de chaminé alcalina composta de rocha do tipo foiaito. Folha SA.24-Z-C. Junho de 1977.

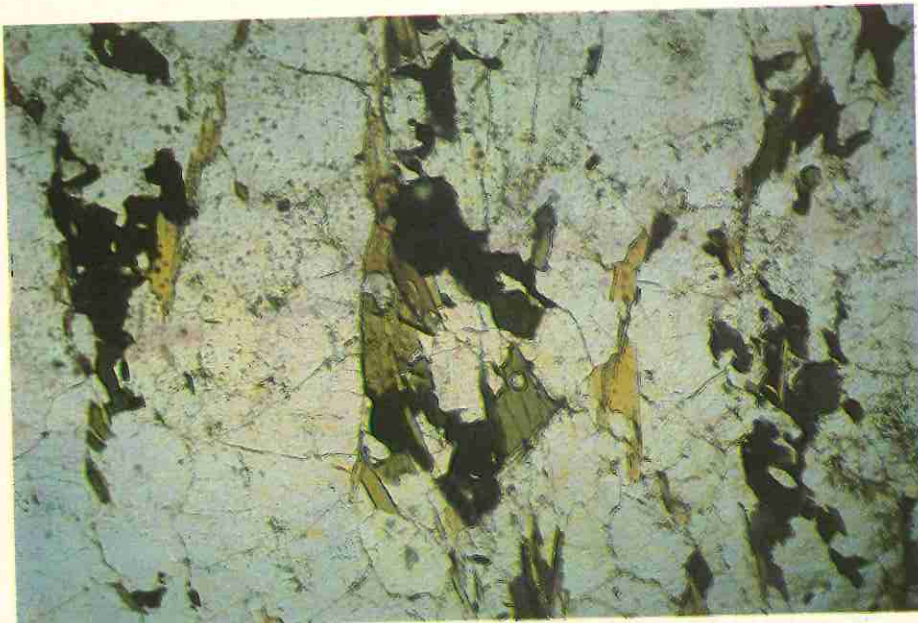


B — Quartzo-sienito porfiróide (Complexo de Granja). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 212-DN-20. Fenocristal de microclínio metassomático com inclusões minerais da matriz, envolvido por uma argamassa quartzo-feldspática e filme de biotita. Folha SA.24-Y-C.



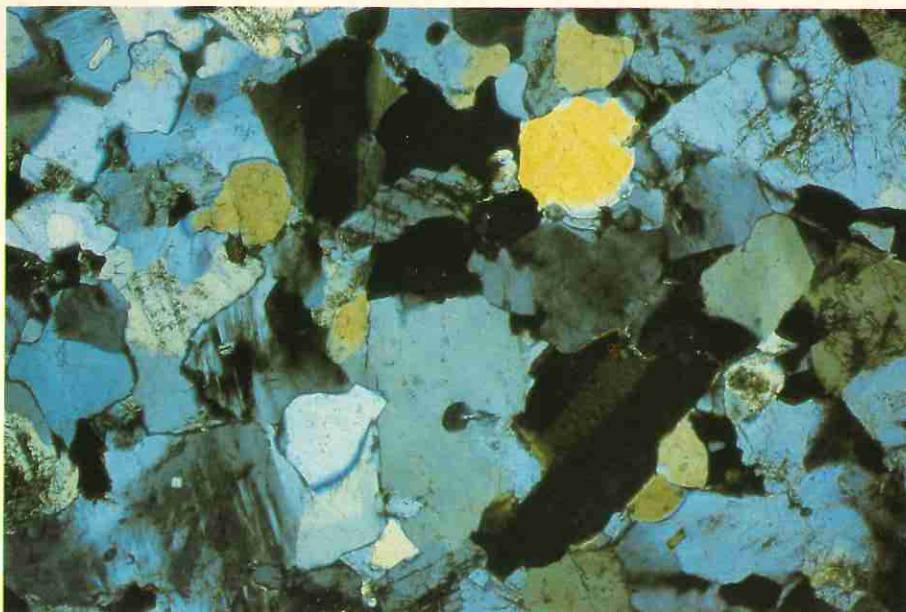


A — Filonito (Complexo de Granja). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 212-DN-17. Fenoclasto de microclínio envolvido por uma matriz xistificada formada pela alternância de faixas de hidromicas e quartzo. Folha SA.24-Y-A.

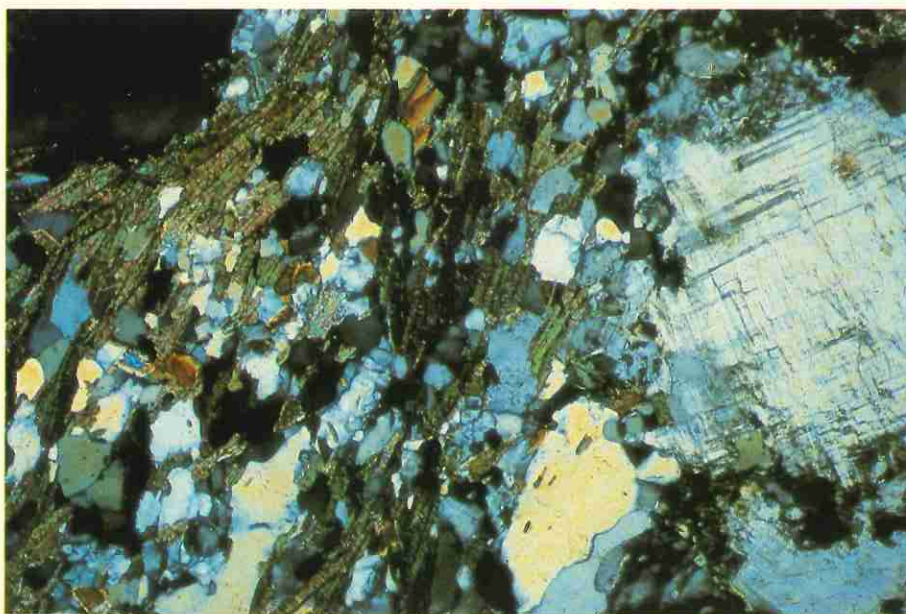


B — Gnaíse bandeado de composição tonalítica (Complexo de Granja). Fotomicrografia LN-2,5X, amostra 251-DN-75. Aspecto da textura bandeada dada pela alternância de largas faixas quartzo-feldspáticas e faixas ferromagnesianas delgadas e descontínuas, constituídas por biotita e hornblenda. Folha SA.24-Y-C.



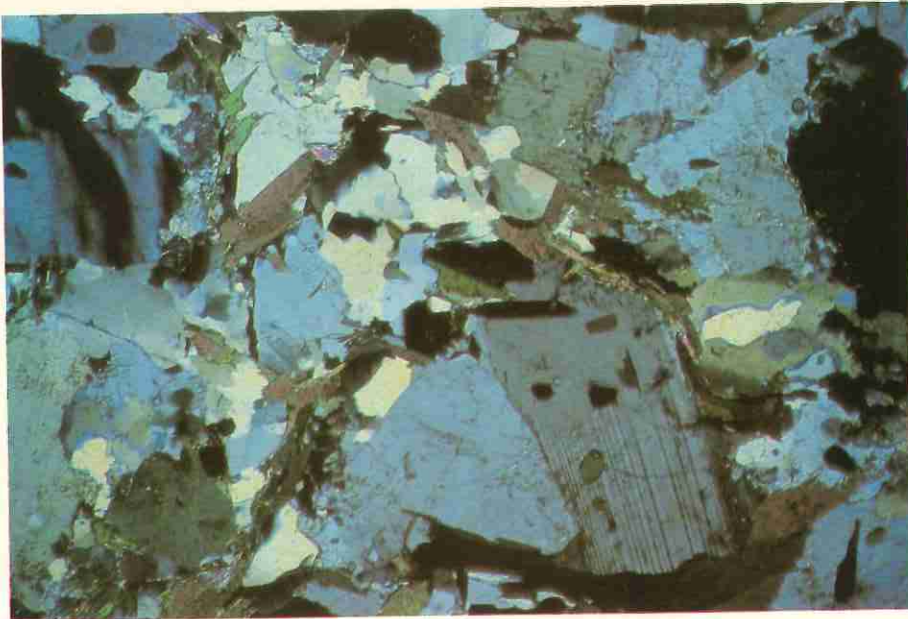


A — Granito metassomático a hornblenda e granada (Complexo Nordeste). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 282-AG-DN-117. Aspecto de textura granolepidoblástica formada por microclínio peritítico, quartzo plagioclásio, biotita orientada e grãos anédricos de granada. Folha SA.24-Y-D.



B — Gnaíse facoidal de composição granítica (Complexo Nordeste). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 264-AG-59. Fenoblastos de microclínio com leques mirmequíticos, passando para uma área com textura granolepidoblástica formada por quartzo, biotita, hornblenda verde, microclínio, plagioclásio e granada. Folha SA.24-Y-D.



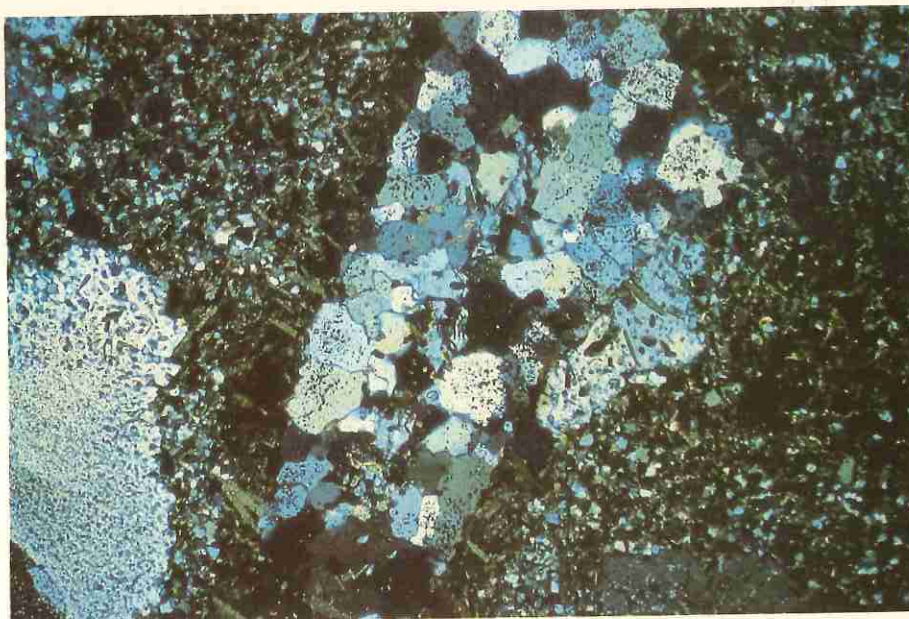


A — Gnaíse de composição granodiorítica (Complexo Nordeste). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra MSO-B-5. Aspecto de mosaico granoblástico, constituído por cristais maiores de microclínio e plagioclásio, circundados por palhetas de biotita orientada, envoltos por uma argamassa quartzosa. Folha SA.24-Y-D.

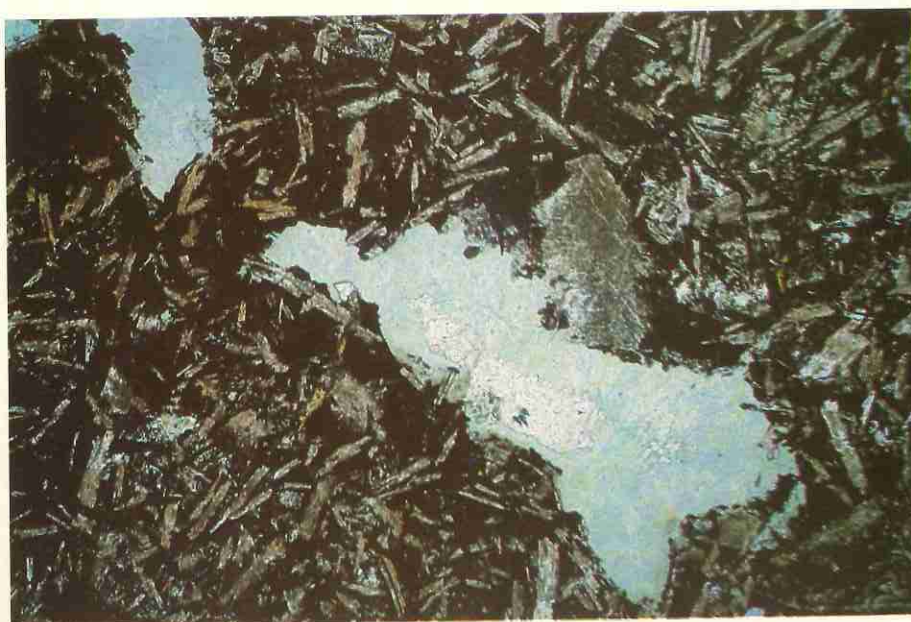


B — Anfibolito (Complexo Nordeste). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 264-AG-52. Aspecto de textura granonematoblástica constituída de hornblenda verde e plagioclásio totalmente alterado para sericita. Folha SA.24-Y-D.





A — Hornfels (Formação Trapiá). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 251-DN-88. Poiquiloblasto de cordierita com inclusões de biotita, turmalina, quartzo e apatita imersos dentro de uma mesóstase constituída por biotita e quartzo de granulação fina. Folha SA.24-Y-C.



B — Andesito amigdalóide (Vulcanismo Parapui). Fotomicrografia LN-2,5X, amostra 212-DN-07. Dentro da matriz constituída de plagioclásio disforme impregnada por óxido de ferro e carbonato granular, estão dispersos prismas de andesina podendo atingir até 4 mm. Observam-se amígdalas preenchidas por clorita e/ou calcita e/ou epidoto. Folha SA.24-Y-D.





A — Dacito (Vulcanismo Parapui). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 212-DN-09. Aspecto de textura heterogranular cataclástica contendo fenoclasto de oligoclásio alterado, quartzo e hornblenda em matriz cataclástica composta por plagioclásio, quartzo, hornblenda e acessórios. Folha SA.24-Y-D.



B — Quartzo-sienito (Granito Mucambo). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 251-DN-91. Cristais de ortoclásio peritico fraturado e hornblenda verde; nas zonas mais fraturadas ocorrem quartzo, epidoto e clorita. Folha SA.24-Y-C.



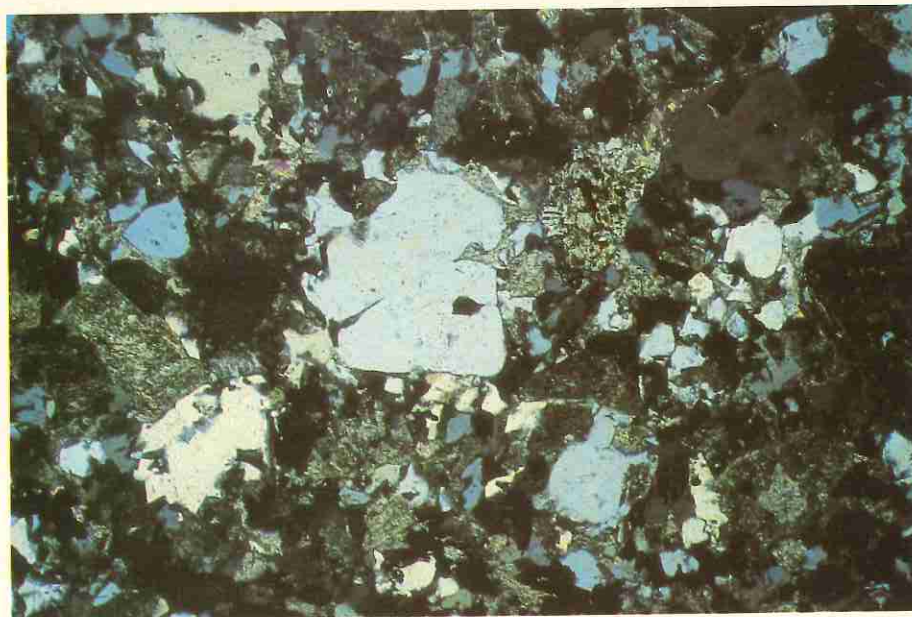


A — Riólito (Granito Meruoca). Fotomicrografia LN-2,5X, amostra 251-DN-58. Fenocristais de quartzo idiomorfo e corroído, dentro de uma matriz formada por intercrescimento micrográfico de quartzo e feldspato impregnado por óxido de ferro. Folha SA.24-Y-D.



B — Granófiro (Granito Meruoca). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 282-AG-DN-124. Fenocristais de quartzo corroídos, ortoclásio e oligoclásio dispersos em uma matriz microgranítica esferulítica. Folha SA.24-Y-D.





A — Riolito porfirítico (dique associado ao Granito Meruoca). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 212-DN-26. Aspecto de textura porfirítica composta por fenocristais de ortoclásio peritítico, oligoclásio já alterado e cristais de quartzo já corroídos. A matriz constitui-se de agregados quartzo-feldspáticos tendendo ao intercrescimento gráfico. Folha SA.24-Y-C.



B — Conglomerado polimítico (Formação Pacujá). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 361-DN-RM-MB-JR-148 (2). Aspecto de uma zona grosseira formado por litoclastos de arenitos, quartzito e fragmentos minerais ligados por uma matriz arenosa-argilosa transicionando para um arenito fino mais selecionado com matriz argilosa. Folha SA.24-Y-D.





A — Conglomerado polimítico (Formação Aprazível). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 264-AG-73. Clastos de arenito, silto, feldspato e quartzo, imersos em matriz areno-argilosa. Aspecto de cristais de epidoto englobando grãos detritais. Folha SA.24-Y-C.

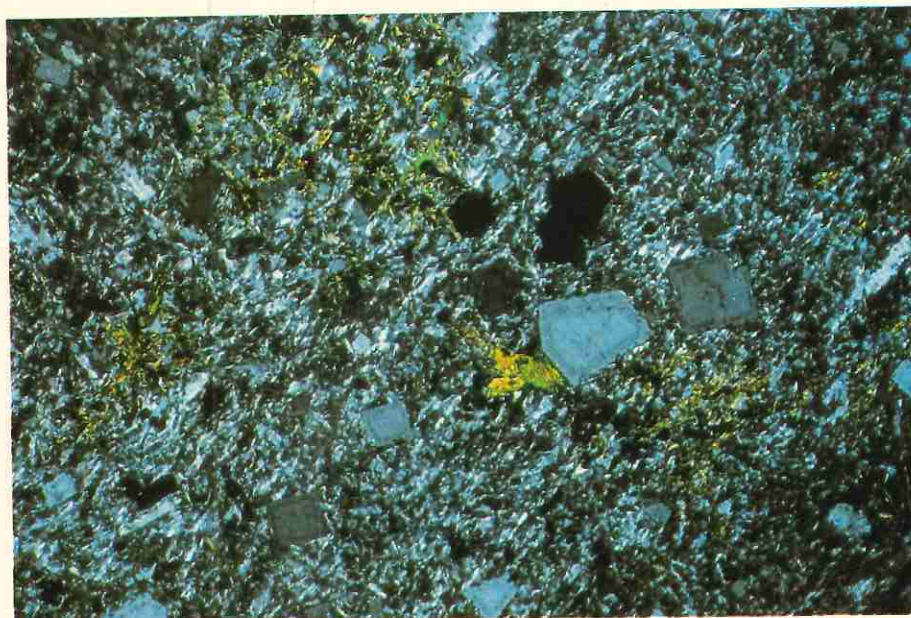


B — Foiaito (Vulcanismo Alcalino). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 1524-FM-R-256-A. Fenocristais de aegirina subeuhedrais com aspecto poiquilítico, com inclusões de feldspato, englobados em uma matriz pilotaxítica fluidal constituída por ripas de albita, sanidina e nefelina. Folha SA.24-Z-C.





A — Traquito fluidal (Vulcanismo Alcalino). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra 1524-CB-R-83-C. Fenocristais de albita, sanidina, nefelina (isotrópica) e aegirina em grãos isolados ou em pequenas concentrações imersas em uma matriz traquítica. Folha SA.24-Z-C.



B — Foidito foiaítico (Vulcanismo Alcalino). Fotomicrografia LP-2,5X, amostra AA-1. Fenocristais de nefelina, pequenas concentrações de aegirina e anfibólio verde em agregados aciculares radiais dispersos em uma matriz traquítica composta de sanidina, albita e nefelina. Intersticialmente ocorre analcima. Folha SA.24-Z-C.

Este livro é um  
livro de texto de  
geografia para o  
ensino médio. É  
destinado a ser  
utilizado em sala  
de aula e em casa.  
O conteúdo é  
diversificado e  
atualizado. O  
texto é claro e  
fácil de ler. O  
livro é dividido  
em capítulos e  
seções. Cada  
capítulo contém  
textos, imagens,  
mapas e gráficos.  
O livro é escrito  
em linguagem  
simples e direta.  
O conteúdo é  
interessante e  
desafiador. O  
livro é uma  
excelente opção  
para o ensino de  
geografia.

## 2 – GEOMORFOLOGIA

Maria Manuela Martins Alves Moreira  
Luiz Carlos Soares Gatto

ORIENTAÇÃO TÉCNICA  
Marcos José Nogueira de Souza

METODOLOGIA  
Getúlio Vargas Barbosa

COORDENAÇÃO  
Trento Natali Filho

Relatório elaborado de março a dezembro/78  
Diretor no período: Trento Natali Filho

## RESUMO

Este relatório e o Mapa Geomorfológico compreendem a Folha SA.24 Fortaleza que se localiza entre os paralelos de 0°00' e 4°00'S e os meridianos de 36°00' e 42°00'WGr., com 42.480 km<sup>2</sup> de área continental. O relatório analisa problemas relacionados à cartografia temática e à metodologia de trabalho para mapeamento geomorfológico, mostrando as soluções encontradas para o mapeamento sistemático na escala 1:1.000.000, com base em imagem de radar. Através de pesquisa bibliográfica, sumaria os conhecimentos anteriores, comparando-os com os resultados obtidos neste trabalho. A análise das feições geomorfológicas, seu posicionamento altimétrico relativo e os traços gerais da evolução da área permitiram a identificação de quatro unidades geomorfológicas: Planície Litorânea, Superfície Sertaneja, Planalto da Ibiapaba e Planaltos Residuais. Registra a influência da última transgressão em

parte do litoral. Mostra evidências de efeitos tectônicos antigos que foram reativados no Cenozóico e que, juntamente com os processos morfoclimáticos vigorantes, controlam a evolução do relevo da região, caracterizada pela predominância de uma superfície de aplainamento pleistocênica. Indica extensas áreas de depósitos continentais correlativos dos últimos aplainamentos. Conclui que a maior parte do relevo atual resultou de fenômenos geomorfológicos ocorridos no Cenozóico. Por fim analisa o aproveitamento das formas de relevo mapeadas; adverte para os problemas que poderão surgir com a expansão urbana desordenada nos centros regionais e na colonização agrícola com técnicas rudimentares em áreas instáveis; discute as consequências das ocupações sem planejamento com relação ao assoreamento dos açudes e dos portos marítimos; indica áreas para exploração turística.



## ABSTRACT

This report and the annexed Geomorphological Map relate to the area comprising the Sheet SA.24 Fortaleza, which is located between the parallels 0°00' and 4°00'S and the meridians 36°00' and 42°00'WGr., totalling 42.480 km<sup>2</sup> of continental area. The report analyzes problems related to geomorphological cartography and methodology, showing the solutions found for the systematic mapping at a scale of 1:1.000.000, based on radar imagery. After bibliographical research, previous studies were summarized, comparing them to the results communicated in this report. Analysis of the geomorphological features, their relative altimetric positioning and the general aspects of the area's evolution made possible the characterization of the four morphostructural units: the Littoral Plain (Planície Litorânea), the Sertaneja Surface (Superfície Sertaneja), the Ibiapaba Highlands (Planalto da Ibiapaba) and the Residual Highlands (Planaltos Residuais). The influence of the last maritime transgression on part of the coast was also indicated. Evidence was

shown of ancient tectonic effects which were reactivated in the cenozoic era and that, together with active morphoclimatic processes, control the evolution of the regional relief which is characterized by the predominance of a pleistocenic pediplained surface. Immense areas of continental deposits are reported and correlated with the last periods of plaining. It is concluded that the major part of the present-day relief resulted from geomorphological events occurred in the Cenozoic era. Finally, it analyzes the utilization of the mapped landforms; and warns about the problems that may appear because of uncontrolled urban expansion in regional nuclei and as a result of settlement for agricultural purposes using rudimentary techniques in areas of instability. The consequences of the installation of dams and port facilities without taking into consideration the depositing of sediments near them are discussed, and areas with touristic potential are indicated.

## 2.1 — INTRODUÇÃO

O presente relatório e o Mapa Geomorfológico na escala 1:1.000.000 tratam de uma superfície de 42.480 km<sup>2</sup> compreendida entre as coordenadas de 0°00' e 4°00'S e 36°00' e 42°00'WGr. abrangendo o norte dos Estados do Ceará e Piauí e uma pequena parte a nordeste do Estado do Maranhão. No encarte cartográfico internacional corresponde à Folha SA.24 Fortaleza que abrange 5 Folhas a 1:250.000, mostradas na figura de localização, no início deste volume.

Do ponto de vista urbano as cidades de maior importância são: Fortaleza, capital do Estado do Ceará, Sobral nas margens do rio Acaraú, no mesmo Estado, e Parnaíba na margem do rio Igarauçu, no Estado do Piauí. A região é bem servida de vias de comunicação terrestre, principalmente no interior, destacando-se a BR-222 que corta a região no sentido E-O e a BR-343 faz um corte na direção N-S, no extremo oriental da Folha. Entretanto, a maioria das estradas não é pavimentada e tem seus cursos prejudicados no período chuvoso. Duas linhas de estrada de ferro com transporte regular cortam a área na mesma direção das rodovias. A maioria das cidades possui campo de pouso, sendo que Fortaleza e Parnaíba têm aeroporto, a primeira com várias conexões diárias e a outra com uma linha de voo semanal.

As principais bacias de drenagem como as dos rios Curu, Acaraú e Longá, afluente do rio Parnaíba, têm seus baixos cursos na região, com direção geral SO-NE ou S-N.

O clima da região é caracterizado por uma temperatura média entre 22° e 26°C variando conforme a altimetria do local, e uma pluviosidade máxima de 2.100 mm na cidade de Ibiapina e mínima a sul da cidade de Irauçuba com 600 mm. Pela classificação de Bagnouls & Gaussen predomina o tipo bioclimático Termoxeroquimênico. Associada a esse clima encontra-se a dominância da Estepe e no extremo oeste uma faixa de tensão ecológica em Savana/Estepe/Floresta sobre solos predominantemente Podzólicos, Planossolos, Regossolos, Areias Quartzosas e Litólicos.

As características geomorfológicas são representadas por uma extensa superfície de piso relativamente plano elaborada por processos de pediplanação em litologias predominantemente cristalinas e sedimentares com algumas manchas de dissecação englobadas na unidade geomorfológica Superfície Sertaneja. Sobre esta superfície, de no máximo 200 m de altitude, sobressaem blocos de relevos com cotas de até 1.000 m, representados pelas serras localizadas nas unidades geomorfológicas Planaltos Residuais e Planalto da Ibiapaba, esta última com declive para oeste até a cota de 200 m. A primeira caracteriza-se por litologia cristalina e a segunda por formações areníticas com presença de rochas quartzíticas a leste. A morfologia litorânea caracteriza-se por uma estreita faixa de dunas e planícies fluviomarinhas na foz dos cursos de água.

Os detalhes sobre a constituição geológica, as características dos solos, a composição das associações vegetais e as referências climáticas estão contidos nos capítulos específicos deste volume; foi mantida a terminologia estabelecida pelos demais mapeamentos temáticos da área, realizados pelo Projeto RADAMBRASIL.

Os padrões de drenagem são descritos segundo a classificação proposta por Howard (1967).

## 2.2 — METODOLOGIA

### 2.2.1 — Histórico da metodologia

Em 1973 o Projeto RADAM lançou, juntamente com o volume n.º 1, o primeiro mapa geomorfológico. Experiências pioneiras tinham sido feitas, mas a publicação em cores decidida em 1973 invalidou suas características essenciais. O mapa apresentou uma cartografia inédita, criada pelas condições da região a ser mapeada — a Amazônia — e pelas características técnicas do material — o levantamento radargramétrico. A ausência de cartografias, brasileiras ou estrangeiras, dentro das condições citadas, foi a um tempo uma dificuldade e um estímulo à criação de uma representação gráfica especial, adaptada a um levantamento sistemático de recursos naturais na escala 1:1.000.000.

O ponto de partida básico desse mapeamento inicial foi o da identificação de todas as formas de relevo, para depois grupá-las em unidades morfoestruturais. Isto constituía objetivos simples, porém susceptíveis de gradual melhoria de qualidade, desde que esta-

vam baseados em uma legenda aberta. Nestas condições foram publicados três mapas que correspondiam à Bacia Sedimentar do Piauí—Maranhão. Entretanto, quando o mapeamento atingiu a região Amazônica, as imagens de radar mostraram formas de relevo aglomeradas e mais complexas. O sistema de legenda aberta permitiu mapear esses complexos, porém o mapa tendia a um detalhamento que prejudicava sua clareza na leitura e interpretação. Essas formas complexas criavam mais dificuldades na medida em que o domínio técnico sobre a imagem aumentava. Isto provocava desequilíbrios nas operações, pois o tempo dedicado à elaboração do mapa era demasiado longo em relação àquele destinado ao relatório, então elaborado dentro de uma estrutura muito simples. A legenda, por sua vez, tendia a tornar-se mais extensa, apesar de adequada.

Desde o volume n.º 1 até o de n.º 10 essas dificuldades foram gradualmente eliminadas a cada Folha publicada. Muitas dessas modificações podem ter passado imperceptíveis, mas melhoravam pouco a pouco o mapeamento. Citam-se a retirada da letra d que antecedia todas as letras-símbolo dos relevos dissecados; a padronização das definições das formas de relevo, o que permitia melhor apresentação e discernimento da legenda; e um aumento da simbologia. Da mesma forma, a estrutura do relatório acompanhava as modificações do mapa. A partir do volume n.º 7 elas podem ser melhor apreciadas.

Os aperfeiçoamentos foram conseguidos aos poucos graças à adoção de sistemas abertos tanto para o mapa e o relatório, como para a operacionalidade do trabalho. Isto resultava de uma filosofia básica na qual os aperfeiçoamentos, melhoramentos e experiências eram conscientemente admitidos pelo pessoal técnico. Entretanto, uma situação operacional atrasava a introdução das modificações mais substanciais e mais integradoras, pois, por motivos internos do Projeto RADAM, várias Folhas a 1:1.000.000 eram interpretadas ao mesmo tempo. Desse modo as modificações mais sistemáticas só puderam ser introduzidas a partir do volume n.º 11, apesar de já estarem equacionadas desde o volume n.º 9. O volume n.º 11 apresenta um conjunto acumulado de experiências, principalmente na parte cartográfica. A partir desse volume rompeu-se o compromisso visual com o chamado "efeito de painel", isto é, que as Folhas não poderiam sofrer modificações profundas desde que um objetivo final seria reuni-las em um painel que possibilitasse uma visão global da Amazônia. O acúmulo de dez Folhas já publicadas não mais comportava, por sua dimensão, o agrupamento em um mesmo painel. Mais importante que isto, como cada conjunto de mapas do Projeto RADAM era encaixado em apenas um volume, a maior parte dos usuários habituou-se à consulta por volume. Um mapa ao milionésimo era então a "utilidade de consulta" e o painel tornou-se cada vez mais desnecessário e difícil de ser montado.

As modificações introduzidas no volume n.º 11 permaneceram até o volume n.º 18. Elas são expressivas e foram introduzidas em bloco, a saber: uma nova forma de utilização da cor para os relevos dissecados; uma sistematização, codificação e quantificação parcial dos relevos dissecados; a modificação das cores utilizadas nos mapeamentos anteriores; a introdução de um quadro demonstrativo da extensão das áreas mapeadas e a maior integração com outros mapas do Projeto RADAMBRASIL foram, dentre outras, as modificações mais importantes. A nível de relatório não houve modificações estruturais profundas, apenas ampliou-se a ênfase a determinados itens. Operacionalmente a mais importante reformulação ocorreu na reorganização do trabalho, porque os mapas puderam ser elaborados em menor tempo sem perda da qualidade já conseguida. O tempo ganho foi aproveitado para uma elaboração mais refinada dos relatórios. Isto estava sendo conseguido desde o volume n.º 7, mas se tornou mais nítido a partir do volume n.º 11. Juntouse, desse modo, uma alteração técnica a uma operacional para atender aos cronogramas de produção estabelecidos pelo Projeto RADAM.

Não obstante os sensíveis melhoramentos introduzidos, não cessaram as pesquisas para se atingirem níveis de aperfeiçoamento mais altos. Este fato foi importante porque em 1975 o Projeto RADAM, em vias de terminar o mapeamento da Amazônia, recebeu a incumbência de mapear o restante do território brasileiro. Uma reavaliação global foi então necessária. Com novas atribuições, o Projeto RADAMBRASIL teve sua estrutura técnico-operacional descen-

trafizada, criando bases regionais para a elaboração de mapeamentos e relatórios. O aumento do corpo técnico necessário para as cinco bases (Salvador, sede do Projeto, Natal, Goiânia, Florianópolis e Rio de Janeiro) e a criação de assessorias regionais ensejaram esta reavaliação global.

A cartografia geomorfológica introduzida no volume n.º 11 foi então testada em outras regiões diferentes. Igualmente o relatório foi submetido aos testes dessas regiões e os resultados foram genericamente satisfatórios. Mas um grande número de sugestões foi sistematizado e introduzido já nos primeiros mapeamentos extramazônicos. A compilação do conjunto destas sugestões foi importante para que não se perdesse a homogeneidade técnica com a dispersão das bases bem como os princípios básicos adotados no mapeamento.

Os volumes publicados fora da região Amazônica representam o terceiro nível de modificações progressivas inseridas no mapeamento geomorfológico. Muitas delas resultam de estudos antigos que não puderam ser colocados em prática na região Amazônica. A maior parte situa-se no âmbito da cartografia geomorfológica, tais como a representação de uma hierarquia altimétrica mais refinada; a introdução do conceito de unidades geomorfológicas e seu mapeamento, no lugar das unidades morfoclimáticas e morfoestruturais; uma reorganização da legenda visando a uma ligação mais direta com o mapa e com o público mais amplo e diversificado; e a possibilidade da inclusão de estudos de formações superficiais visando ao seu mapeamento e interpretação, entre outros. A introdução do conceito de unidades geomorfológicas no lugar das unidades morfoestruturais e morfoclimáticas encontra justificativas na ampliação da utilização das cores no mapa ao milionésimo e na inclusão de dados morfoestruturais e morfoclimáticos, ao lado de outras informações, em um conceito mais amplo. Modificações menores resultam do processo geral de revisão a que foram submetidos os mapas e relatórios, dentro de um espírito crítico e aberto às alterações.

## 2.2.2 — Análise do material

O material básico da pesquisa geomorfológica são as imagens de radar, ou mosaico, impressas em papel cronapáquer, abrangendo 1°00' de latitude e 1°30' de longitude na escala 1:250.000, no total de aproximadamente 18.000 km<sup>2</sup> cada mosaico. O imageamento é do tipo visada lateral e em banda X. O mosaico é semicontrolado e traz suas coordenadas impressas. É obtido por montagem de faixas ampliadas dos diapositivos originais na escala 1:400.000. O diapositivo tem ótima qualidade sendo utilizado em câmara clara. A montagem das faixas no mosaico a 1:250.000 baixa a qualidade da imagem e acrescenta algumas distorções de ajuste e revelação. Estes defeitos foram, entretanto, analisados e conhecidos, podendo, por isso, ser contornados. Raramente a informação fica ausente, mas quando isto ocorre a consulta aos diapositivos ou a outras fontes pode suprir a deficiência.

O mosaico, com boa qualidade fotográfica, é um elemento muito rico para o mapeamento; não apresenta cobertura de nuvens, ressalta o relevo e tem importantes gradações de tons e texturas. Teoricamente sua capacidade de resolução é de 7 m, mas nem sempre isto é atingido. A granulação é adequada para a escala, o que permite distinções nítidas de tons e texturas, que são os elementos da interpretação. Como o levantamento radargramétrico é feito com imageamento lateral nas direções leste—oeste em algumas áreas e norte—sul em outras, os relevos que têm direção igual ao recobrimento podem gerar sombras negras, onde se considera a informação como ausente. Nenhum outro produto do levantamento pode sanar esta deficiência. Contudo, estas sombras são muito úteis para definir alguns tipos de lineamentos estruturais, embora do ponto de vista geomorfológico elas só permitam em condições especiais o cálculo da altitude relativa do relevo que originou a sombra. As formas presentes na zona de sombra só podem ser verificadas em missões de campo. Estradas largas e formas de relevo contínuas podem ser bem acompanhadas, porém aglomerados urbanos são dissimulados pela proximidade dos prédios e a pequena largura do arruamento em relação à escala. As áreas agrícolas também podem mascarar o relevo, principalmente quando ocorrem pequenas propriedades.

Algumas dessas deficiências podem ser corrigidas com a estereoscopia. Cada mosaico é utilizado com estereoscópio através de

faixas de 0°15' de longitude e 1°00' de latitude. Cada faixa cobre aproximadamente 27 km de largura e o recobrimento em estereoscopia é da ordem de 25%. Os eventuais desajustes entre as linhas criam os problemas comuns em estereoscopia, mas sem prejudicar os resultados. A estereoscopia é um recurso a mais do levantamento radargramétrico, sendo utilizada sistematicamente para que não se percam detalhes significativos. Trata-se de detalhes que muitas vezes não podem ser observados nem com lupa nem com a vista desarmada. A lupa é um instrumento usual para uma exploração preliminar e funciona como um ampliador da escala, para exame de detalhes. As faixas de diapositivos, os mosaicos e as faixas estereoscópicas formam um conjunto de elementos que se presta adequadamente à interpretação geomorfológica. A vantagem preliminar é a visão de conjunto que se pode obter de uma área muito extensa (18.000 km<sup>2</sup>) sobre uma Folha que mede aproximadamente 44 x 65 cm. A esta visão de conjunto junta-se a distinção de detalhes já referidos. Os grandes conjuntos estruturais são nitidamente perceptíveis e formas de relevo de grande extensão são acompanhadas sem maiores dificuldades. A drenagem pode ser acompanhada de modo preciso e seus padrões são claramente discerníveis. Linhas de ruptura podem ser traçadas, até mesmo aquelas que separam os tipos de leitos de um rio. Foram estes elementos que levaram os mapas geomorfológicos a dividirem, com nitidez, o relevo em partes conservadas, geralmente superfícies de erosão antigas ou relevos estruturais, e relevos dissecados. O contraste entre estes dois tipos é claro quando ambos estão presentes em apenas uma Folha.

Todavia é no campo dos relevos dissecados que a imagem de radar pode oferecer contribuições mais efetivas. Pode-se definir, nestes relevos, um conjunto de colinas até uma dimensão de 250 m de extensão cada uma. Sob vegetação dispersa pode-se chegar até à medição de orientação de dunas ou restingas. Um conjunto de rede de drenagem e interflúvios pode configurar fácies de dissecção onde interferências sobre a morfogênese podem ser tecnicamente controladas. Fácies de dissecção iguais são discerníveis em diferentes posições altimétricas. A homogeneidade do imageamento permite a compartimentação do relevo com precisão comparável àquela baseada em curvas de nível. Uma exploração adequada dos tons, considerando as direções do imageamento, permite um aumento de clareza nas fácies de dissecção ou de áreas de relevos conservados.

É ocioso comparar os dados fornecidos pela imagem de radar para a interpretação geomorfológica, como outros tipos de aerolevantamento, pois cada um deles foi feito para fins diferenciados. Assim também, a validade da imagem de radar é reduzida quando ela é utilizada como elemento de campo, pois a visão de conjunto oferecida pela imagem obscurece os detalhes vistos pelo pesquisador localizado sobre o terreno.

Assinaladas as limitações e qualidades da imagem como instrumento de interpretação geomorfológica, constata-se que as qualidades podem ser aumentadas com a utilização dos outros produtos obtidos do levantamento radargramétrico.

Dos mosaicos a 1:250.000 foram montados fotoíndices na escala 1:1.000.000 (4° de latitude e 6° de longitude). Nesses fotoíndices obviamente perdem-se detalhes, mas eles são úteis para uma visão de conjunto de uma Folha referente ao corte cartográfico internacional seguido pelo Projeto RADAMBRASIL. Um fotoíndice completo, pelo sistema de projeção UTM, abrange aproximadamente 290.000 km<sup>2</sup>. Quanto ao problema de ampliação da imagem, não conta com boas perspectivas. As experiências feitas revelam que as ampliações não podem ultrapassar a escala 1:150.000, porque a granulação da imagem torna-se muito aberta. Os mosaicos a 1:250.000 disponíveis estão montados em cronapáquer e em cópias impressas em *offset*. Estes dois tipos apresentam grandes diferenças de qualidade e por isso a impressão em *offset* não é utilizada na interpretação. Uma parte considerável do público tem adquirido as cópias em *offset*, utilizando-as com métodos comuns à fotografia aérea e sem estereoscopia. Os resultados negativos então obtidos decorrem, por isso, mais do método utilizado e da ausência de estereoscopia, do que da qualidade intrínseca do material.

Alguns outros produtos do levantamento radargramétrico utilizados no recobrimento da Amazônia foram abolidos no recobrimento de 1976, que abrange a parte restante do Brasil. São exemplos o le-

vantamento de radar-altímetro e as fotografias multiespectrais. As fotos multiespectrais, na escala 1:70.000, nos canais do azul, verde, vermelho e infravermelho, ocupando a parte central de cada foto em infravermelho colorida, foram pouco utilizadas devido às restrições quanto à presença de nuvens e nevoeiros. O levantamento de radar-altímetro, um elemento importante para a Geomorfologia, oferece restrições mesmo na região Amazônica, onde há ausência de altimetria de precisão. Um erro de 30 a 50 m, registrado em cada faixa de recobrimento, espaçadas a cada 27 km, não permitia uma confiabilidade proporcional ao nível do mapeamento. O subuso destes elementos em relação ao custo justificou sua eliminação.

Estes recursos não estão mais disponíveis a partir do recobrimento feito em 1976 e sua ausência será compensada com a utilização de outros elementos informativos, como as cartas topográficas e os levantamentos convencionais de aerofotos. Destes recursos destacam-se as cartas topográficas, já publicadas, para diversas áreas do Brasil, de forma sistemática e em escalas que podem ajudar a interpretação da imagem de radar. Estas cartas são úteis essencialmente para medições e quantificações de estudos de compartimentação do relevo. Nas escalas maiores podem complementar bem os mosaicos de radar, ainda que a imagem seja mais útil na obtenção de uma visão geral. Elas auxiliam também na correlação imagem—terreno, dando referências significativas.

A circunstância de não utilizar aqueles outros informes e o emprego, por outro lado, de recursos não produzidos diretamente pelo recobrimento de radar modificam um pouco a função que o mosaico a 1:250.000 desempenhou no mapeamento da Amazônia. Naquele mapeamento a imagem representou o elemento mais importante e muito freqüentemente o único recurso disponível. A mudança tende a transformar a imagem em um termo de referência ainda fundamental, mas com a possibilidade de se acrescentarem a ele outros tipos de informes. Isto está condicionado pela maior densidade da rede rodoviária, pela integração com os múltiplos dados fornecidos pelo satélite LANDSAT, pelo acúmulo de pesquisas geomorfológicas publicadas e pelas variadas coberturas de aerolevantamentos convencionais em diferentes escalas.

Um dado fundamental do recobrimento radargramétrico de 1976 é a possibilidade de se conhecerem as condições meteorológicas, especialmente as pluviométricas na época do recobrimento, porque se dispõe do mês em que este foi realizado e do nível das águas dos rios. Esta recomposição e a utilização das fotos de LANDSAT abrem um caminho novo para equacionar, entre outros, problemas ligados à obtenção e uso da água, graves em certas áreas do recobrimento. As mudanças da cobertura vegetal, em muitos casos, poderão dar respostas a um problema importante que é pesquisa de padrões de imagem para o estudo das formações superficiais.

Todo este material, já experimentado em áreas de cobertura florestal densa, e o aumento em quantidade e qualidade do corpo técnico permitem expectativa de melhor qualidade do mapeamento geomorfológico.

### 2.2.3 — Princípios básicos

Os princípios básicos da metodologia que amparam mapas e relatórios estão fundados na idéia de se obter um quadro geral da geomorfologia do Brasil, dentro do qual estudos detalhados poderão ser desenvolvidos. Isto representa um acúmulo de conhecimentos, proporcionais ao nível da escala, de cuja falta o Brasil ainda se ressentia. Como objetivo procura-se também um instrumento de trabalho que possa, ao mesmo tempo, aumentar os conhecimentos científicos sobre a geomorfologia do Brasil e servir a um número crescente de usuários, que têm no mapa e relatório informes úteis e finalidades muito diversas. O atendimento a clientela tão diferenciada obrigou o uso de linguagem descritiva na Introdução, uma linguagem técnica para a Evolução do Relevo e uma linguagem menos técnica na parte de Aplicações da Pesquisa Geomorfológica. Divulgar pesquisas científicas em linguagem e cartografia acessível a um público amplo é uma idéia básica da metodologia.

Os fatores limitantes da escala 1:1.000.000 e o uso dos produtos do levantamento radargramétrico induziram à elaboração de um tipo de mapa diferenciado daqueles que usualmente são realizados por aerofotos convencionais. De acordo com a qualidade do material e com a área a ser mapeada, a representação cartográfica tende

a evoluir de uma fotoidentificação para uma fotointerpretação. Frequentemente as duas atitudes estão presentes em um mesmo mapa. Isto representa também um dos princípios metodológicos: o desconhecimento do que se vai mapear evita que se faça uma fotointerpretação baseada em pressupostos teóricos. A fotointerpretação só é conseguida após os trabalhos de campo e sobrevôos a baixa altura. Evita-se também que um conhecimento de terreno seja ajustado à interpretação da imagem, desde que a visão de conjunto que ela fornece não pode ser obtida no campo. Tal princípio aumenta a homogeneidade do mapeamento. Os trabalhos de campo e sobrevôos são planejados e efetivados de acordo com os limites que um mapeamento na escala 1:1.000.000 impõe. Isto permite um aumento do grau de certeza do que se está mapeando, pois a imagem, por si só, não é capaz de fornecê-lo.

Os sobrevôos, os trabalhos de campo e principalmente a redução da interpretação de 1:250.000 para 1:1.000.000 marcam o limite de intensidade e aprofundamento da pesquisa geomorfológica. Eles se destinam à correlação dos pontos obscuros da interpretação preliminar e a recolher informes para relatórios. Não se pode esperar que o mapa geomorfológico contenha contribuições sistemáticas de um profundo trabalho de campo. A densidade da rede rodoviária é tão grande em algumas regiões que uma seleção de estradas é inevitável para satisfazer o nível de reconhecimento que se impõe para o mapeamento. Já os sobrevôos podem ser mais úteis na medida em que atingem visualmente pontos de difícil acesso e buscam as relações imagem—terreno. Isto é importante porque a imagem de radar, obtida a partir de ondas eletromagnéticas que se localizam na parte invisível do espectro, não comporta métodos de fotointerpretação convencional.

Dentro desses princípios básicos a metodologia aplicada pelo Projeto RADAMBRASIL assume um papel singular. Os mapeamentos geomorfológicos existentes no Brasil, e que podem ser comparados apenas ao nível das escalas, foram quase que todos de iniciativa do Conselho Nacional de Geografia, com o mapeamento do Vale do São Francisco, baseado em fotografias trimétricas, e a elaboração dos Atlas Regionais. Nas universidades muitos mapas geomorfológicos foram compostos a partir da interpretação de aerofotos com escalas em torno de 1:50.000. Esses mapeamentos são esparsos e geralmente atingem regiões onde ocorrem fatos geomorfológicos que mereçam, do ponto de vista acadêmico, um estudo particularizado. Ainda assim, o que se dispõe no Brasil em matéria de mapeamento geomorfológico é bastante reduzido em extensão espacial e, sobretudo, não sistematizado. O mapeamento do Projeto RADAMBRASIL não veio para preencher essas lacunas, mas sim para dar um quadro geral, dentro do qual pesquisas mais detalhadas possam ter um referencial amplo.

Outro princípio sobre o qual se apóia a metodologia é um compromisso com o tempo. O processo de desenvolvimento brasileiro passou da fase de contemplar com pequenas soluções problemas locais, para uma etapa de planejamento regional integrado. Os produtos finais do Projeto RADAMBRASIL são realizados em curta duração para que medidas governamentais não sejam tomadas sem apoio de instrumentos de base, como o mapa geomorfológico e outros produtos do Projeto RADAMBRASIL. A velocidade de produção é, pois, um elemento fundamental, mas não pode ser traduzida pela diminuição da qualidade. A solicitação de um trabalho técnico de qualidade e as exigências dos cronogramas puderam ser solucionadas por metodologia eficaz. Um instrumento como a imagem de radar pode ser explorado de modo profundo e por um tempo muito longo. Todavia, os compromissos com os cronogramas fixaram na metodologia e nas etapas de trabalho o nível de reconhecimento. A escala também é um fator interveniente na velocidade de produção.

Desse modo, amparado por uma metodologia que fixa os princípios básicos e o perfil do produto final, por um fluxograma operacional e por uma sistematização de mapeamento, todos suficientemente abertos, o mapa geomorfológico adquire a característica de reconhecimento, adequada à escala, e apresenta uma linguagem cartográfica aberta, para a qual convergem informes científicos e pragmáticos.

### 2.2.4 — Etapas de trabalho

Estabelecidos os princípios gerais da metodologia, as etapas de trabalho foram o modo decorrente encontrado para satisfazer àqueles



princípios. Estas fases de trabalho garantem um tratamento homogêneo das imagens de radar. Esta homogeneidade é necessária na medida em que o mapa geomorfológico é utilizado para a complementação de outros produtos do Projeto RADAMBRASIL, e também porque as bases operacionais estão dispersas pelo Brasil. O tratamento homogêneo garante a integração dos mapas geomorfológicos entre si, os quais devem ser, portanto, um produto uniforme.

A experiência adquirida nos mapeamentos da Amazônia indicou que cada unidade de consulta, isto é, uma Folha a 1:1.000.000 (4° x 6°), integrada por até dezesseis Folhas na escala 1:250.000 (1°00' x 1°30'), pode ser mapeada com êxito e homogeneidade na qualidade por uma equipe de três técnicos. Desse modo, uma base de operações pode mapear várias Folhas ao mesmo tempo.

Na seqüência operacional uma primeira fase consiste no levantamento do material bibliográfico, bem como de toda a cartografia de apoio. Da bibliografia são selecionadas várias hipóteses de trabalho no plano interpretativo, assim como informações diversas que podem interessar em qualquer momento do fluxograma de trabalho. Uma exploração inicial sobre o mosaico a 1:1.000.000, e sobre aqueles que marcam seus limites, permite obter uma visão global. Um reconhecimento de segundo nível é feito com as Folhas a 1:250.000 através de uma análise inicialmente na direção dos paralelos e depois na direção dos meridianos para se obter uma visão integrada dessas Folhas entre si. As correlações temáticas, quando disponíveis, são realizadas nesta fase. Os mapeamentos topográficos, geológicos e fitoecológicos, entre outros, são sempre buscados porque permitem que as relações mais diretas já sejam explicadas ou transformadas em hipóteses de trabalho. Ainda nesta fase são assinalados os defeitos de imagem e de revelação e deficiência tais como a presença de áreas sombreadas. Além disso, a equipe obtém outras hipóteses de trabalho e assinala pontos de interpretação mais obscuros. Esta vivência com a imagem é importante para que os objetivos das equipes fiquem claramente definidos e possam ser organizados.

A segunda etapa de trabalho é a interpretação preliminar feita Folha a Folha na escala 1:250.000. Ela inclui o mapeamento da drenagem e das formas de relevo, em posicionamento preciso. Isto é efetivado sobre papel plástico transparente de baixa ou nenhuma deformação. A delimitação das formas de relevo é concluída com o fechamento de linhas e dentro da área fechada é colocada a letra-símbolo, que juntamente com os símbolos serão os indicadores que integrarão a legenda. Esta operação é realizada sobre a imagem em papel cronopáquer, com estereoscopia. Para homogeneização das interpretações há um Referencial de Padrões de Imagem, constituído por cópias de imagens cujas formas de relevo, já mapeadas ou encontradas em outras Folhas, tiveram seu padrão classificado e definido. Este referencial contém múltiplos padrões de imagem de uma mesma forma de relevo. Desse modo, não se corre o risco de mapear imagens iguais com letras-símbolo diferentes. Simultaneamente à interpretação preliminar é preenchida uma ficha com os pontos de dúvida, indefinições de legenda e todas as demais observações, sejam de ordem cartográfica, sejam de natureza geomorfológica. Este registro é fundamental para a montagem de sobrevôos e trabalhos de campo. As Folhas topográficas e outros elementos temáticos continuam a ser consultados.

Terminada a fase de interpretação preliminar, integradas todas as Folhas, iniciam-se as operações de campo. Elas podem ser feitas apenas com sobrevôos a baixa altura ou com percursos sobre o terreno, mas de modo geral os dois tipos são utilizados. As rotas a serem percorridas são escolhidas segundo as fichas preenchidas durante a fase de interpretação preliminar. Essas operações destinam-se a sanar dúvidas havidas na interpretação preliminar e a identificar áreas de sombra. São utilizadas as Folhas interpretadas, reduzidas a 1:500.000 e a 1:1.000.000. Porém, mais que isso, as operações de campo permitem o controle imagem—terreno, a descrição do relevo, a coleta de material para possíveis estudos das formações superficiais e de fotografias e, principalmente, reunir mais elementos para averiguar as hipóteses de trabalho anteriormente levantadas. Quando os trabalhos são realizados em percurso sobre o terreno eles permitem as observações de detalhes da geomorfogênese, do grau de equilíbrio das vertentes, das relações solo—relevo—vegetação e das formas de ocupação do solo. As operações de campo coletam um número muito grande de informa-

ções, seja para o mapeamento seja para o relatório, incluindo a seleção de padrões que aumentarão o Referencial de Padrões de Imagem, e a identificação de características das unidades geomorfológicas. É importante que as operações de campo, principalmente nos sobrevôos a baixa altura, sejam organizadas de modo a que todas as unidades geomorfológicas sejam observadas em visão global, para que cada uma delas seja plenamente identificada nos mosaicos e no campo. Todos os informes colhidos nas operações de campo são incorporados ao mapeamento na etapa denominada reinterpretação.

A fase seguinte tem o objetivo de preparar o mapeamento para impressão. As Folhas reinterpretadas a 1:250.000 são sucessivamente reduzidas, por xerocópias, para as escalas 1.500.000 e 1:1.000.000. As reduções sucessivas têm como objetivo revelar, por sua dimensão, as formas que podem ser agrupadas. O processo automático de redução retira algum subjetivismo ocasionalmente incluído na interpretação. Após a montagem final trabalha-se sobre a base cartográfica (*blue-line*) preparada pela Divisão de Cartografia e de Publicações, a qual recebe as informações geomorfológicas em delicada operação de copiagem por transparência. Desta transposição de temas resulta a fidedignidade no exato posicionamento das formas e dos símbolos mapeados. Ela é feita pela equipe de técnicos e sofre dois processos de revisão internos antes que o *blue-line* seja encaminhado para a Divisão de Publicações, onde são feitas novas revisões e ajustes. Todos os itens técnicos são cuidadosamente revistos. Uma nova revisão é feita com a "prova química", já na fase de impressão do mapa.

O preparo do relatório é a última etapa dos trabalhos executados numa Folha a 1:1.000.000. Além das partes acessórias comuns a todos os tipos de relatórios, o de Geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL contém uma estrutura básica comum a todas as Folhas executadas em qualquer uma das bases. Suas partes essenciais são:

- Evolução dos Conhecimentos Geomorfológicos;
- Unidades Geomorfológicas;
- Evolução do Relevo; e
- Aplicações da Pesquisa Geomorfológica.

Estas partes incorporam tudo o que foi conseguido em matéria de conhecimento sobre a área mapeada no campo da Geomorfologia.

A primeira parte — Evolução dos Conhecimentos Geomorfológicos — tem por objetivo mostrar o nível de informações acumuladas sobre a área até o mapeamento geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL. Isto implica no levantamento e crítica da bibliografia disponível, avaliando todas as contribuições, principalmente aquelas mais amplas, e mostrando o que foi confirmado e o que não foi, após o mapeamento. Os trabalhos discutidos nesta parte, somados às citações pontuais em outras partes do relatório, formam uma lista de referências bibliográficas suficiente para o nível da pesquisa sobre a área. A parte evolutiva deste item começa das primeiras idéias, mostrando como cada uma delas evoluiu no tempo por acréscimos de novas contribuições. O número de referências bibliográficas comentadas neste item é bem menor que o total das referências bibliográficas, desde que o interesse é acompanhar a evolução de idéias ou interpretações globais. A linguagem é essencialmente técnica, porque o conteúdo interessa particularmente aos especialistas em Geociências.

A parte seguinte denomina-se Unidades Geomorfológicas. Elas correspondem à compartimentação ampla do relevo mapeado e são identificadas por um conjunto de tons de uma mesma cor. A função desta parte é subdividir o relevo buscando unidades que permitam ser tratadas individualmente. Elas são analisadas por ordem de grandeza. Do ponto de vista pragmático, essas unidades indicam os limites até onde uma providência de ordem administrativa ou de planejamento pode ser posta em prática sem se tornar inadaptada às condições naturais da unidade. Do ponto de vista geomorfológico, estas unidades são representadas no mapa através de dois elementos sintéticos: um conjunto de formas de relevo que apresentam uma certa similitude ou relacionamento direto entre si; e uma posição altimétrica individualizada. Estas duas características, obtidas diretamente do mapeamento geomorfológico, significam que os processos geomorfogenéticos que atuaram numa unidade são diferentes dos que agiram nas outras. Significam ainda que alguns des-

tes processos foram predominantes em decorrência de condições litológicas, estruturais ou climáticas. A cobertura vegetal e os tipos de solos são também elementos definidores de uma unidade geomorfológica. O conjunto dos indicadores mencionados revela ainda a energia da erosão a que foi submetida a unidade, seja no passado, seja no presente.

Para se atingirem aqueles elementos, o mapa é submetido a uma análise contínua que começou na primeira etapa de trabalho. O problema da altimetria é controlado pela fotointerpretação, pelas cartas topográficas e pelos pontos cotados, estrategicamente plotados para se conseguir uma primeira idéia de hierarquia topográfica. A coleção e classificação das formas de relevo existentes nas unidades esboçadas podem, preliminarmente, definir a natureza da morfogênese em cada uma. Isto também é obtido pelas relações entre as formas encontradas em uma unidade. A drenagem, por seus padrões e anomalias típicas, bem como pelos regimes de seus componentes, revela condições de relacionamento com o clima e a geologia. O conjunto de mapas produzidos dentro do Projeto RADAM-BRASIL — geológico, fitoecológico e pedológico — é igualmente superposto aos esboços preliminares. Ao lado dos elementos cartográficos utilizam-se ainda as informações bibliográficas e aquelas colhidas nas operações de campo. De posse de todas essas informações, o relevo da Folha mapeada é subdividido em unidades. Os dados de campo podem permitir que outras informações geomorfológicas sejam acrescentadas a algumas delas. Busca-se, desse modo, a obtenção de um maior número de elementos diferenciais entre as unidades geomorfológicas, através das intercalações de muitos indicadores. A adoção de múltiplos critérios para definir uma unidade geomorfológica decorre da insuficiência de se usar apenas um ou dois, que nem sempre são capazes de esclarecer, por si só, uma compartimentação adequada. A delimitação de uma unidade geomorfológica é, pois, um estudo detalhado que começa pelos dados de interpretação da drenagem e termina com a definição do grau de equilíbrio morfodinâmico. Uma unidade geomorfológica não tem uma dimensão prefixada, mas evita-se ao máximo uma microcompartimentação, uma vez que ela é montada de forma que uma subdivisão em unidades menores seja possível, de acordo com as escalas e os objetivos da utilização. Após a divisão da Folha em unidades geomorfológicas elas são enquadradas dentro de uma classificação taxonômica dos fatos geomorfológicos.

A denominação das unidades geomorfológicas obedece, via de regra, à toponímia regional, e quando esta não é significativa a referência é feita pelos estudos do IBGE ou através de estudos regionais significativos. Essa denominação é precedida de termos geomorfológicos amplos tais como planície, planalto, dentre outros. No relatório essas unidades geomorfológicas são apresentadas em uma linguagem essencialmente descritiva, capaz de ser entendida por grande parte dos usuários. Nesta descrição não se mencionam a origem da unidade, sua evolução no tempo ou os processos morfogenéticos que a caracterizam.

A parte seguinte do relatório — Evolução do Relevo — constitui um estudo essencialmente geomorfológico e mais detalhado. O assunto pode ser abordado tanto do presente para o passado como ao contrário, dependendo dos resultados dos trabalhos de campo, das análises geomorfológicas dos mosaicos e das informações obtidas da bibliografia. A Evolução do Relevo inclui também um ordenamento racional das várias etapas da morfogênese, as constatações morfoclimáticas e suas conseqüências na organização do relevo. As unidades geomorfológicas podem ser tomadas como elementos de referência da evolução, mas isso não é necessariamente obrigatório. A linguagem é essencialmente técnica e os padrões são científicos. Nesta parte há uma distinção clara entre o que foi provado, o que é provável e o que é sugestão. Parte das conclusões da Evolução do Relevo é resultado de informações colhidas das diferentes fontes utilizadas, mas o principal está representado no mapeamento ou deriva da interpretação dos mosaicos.

A exploração conjunta dos mapas geológico, geomorfológico, pedológico e fitoecológico, todos do Projeto RADAMBRASIL, permite, pois todos estão baseados em imagens de radar, comparações que levam a conclusões paleoclimáticas. Não raro essas conclusões propiciam o estabelecimento de uma cronologia dos eventos geomorfológicos. Na medida em que os estudos das formações superficiais forem sendo desenvolvidos, dados relativos à cronolo-

gia absoluta podem aumentar bastante o nível de conhecimento sobre o Quaternário brasileiro.

Esse não é o único momento em que se integram os mapas da série Levantamento de Recursos Naturais. Apesar de não se tratar de um levantamento integrado, as consultas entre os técnicos dedicados a vários temas são permanentes e a troca de informações é contínua, com uma crescente interação operacional e técnica. Essa segmentação, entre parte descritiva das unidades geomorfológicas e linguagem explicativa da evolução do relevo, resulta de uma idéia básica do trabalho: torná-lo acessível aos diferentes usuários do mapa e do relatório. Para o público especializado em Geomorfologia, esta segmentação não interfere no entendimento das duas fases, e a dificuldade de compreensão fica eliminada para os usuários não especializados.

A Evolução do Relevo é uma parte do relatório que não serve apenas aos geomorfólogos. Ela é utilizada também como embasamento científico da quarta parte essencial do relatório, intitulada Aplicações da Pesquisa Geomorfológica. Esta parte estuda, com base científica, as diferentes aplicações sugeridas pelas pesquisas realizadas. Procura-se indicar aos planejadores e usuários quais os problemas existentes na área mapeada e os erros cometidos no uso do relevo, apontando caminhos para o adequado aproveitamento do mesmo. A variedade de problemas que estão relacionados à pesquisa geomorfológica é muito grande e, na medida do diagnóstico feito, eles são referidos em linguagem técnica acessível a um público de especialistas de formações diferentes. A experiência tem demonstrado que a metodologia já exposta é adequada, com a imagem de radar e os trabalhos de campo funcionando como elementos apropriados para os estudos de Geomorfologia Aplicada. São exemplos os controles geomorfológicos no traçado, abertura e conservação de estradas, a interferência na mineração aluvial ou coluvial e de jazidas de enriquecimento supergênico, as mudanças de sítios urbanos, a indicação de locais para a instalação de hidrelétricas, a exploração adequada dos relevos segundo suas características para determinadas formas de ocupação do espaço, entre outros.

## 2.2.5 — Composição do mapa

Dentro deste conjunto de conceitos, definições e materiais, o mapa geomorfológico elaborado pelo Projeto RADAMBRASIL pretende acumular o máximo de informações úteis a diferentes usuários e estabelecer uma ligação direta entre a expressão cartográfica e a legenda. Um grande volume de pesquisas tem sido feito nesta direção e outras estão em andamento para que o mapa represente com clareza as informações que se deseja transmitir.

O mapa-base, comum a todos os mapeamentos temáticos do Projeto RADAMBRASIL, mostra a rede hidrográfica em azul e os elementos planimétricos convencionais impressos em sépia.

Sobre este fundo de mapa destacam-se conjuntos coloridos que representam as unidades geomorfológicas. O nome de cada uma pode ser identificado imediatamente no conjunto de retângulos (*boxes*) que se encontram empilhados na legenda. Agora, cada unidade geomorfológica pode ser analisada individualmente. Esta análise revelará uma cor característica da unidade e tonalidade desta cor: a cor representa os relevos conservados e as tonalidades os relevos dissecados. Os relevos conservados são aqueles onde a erosão age com pouca intensidade, de modo que as formas aí contidas puderam ser conservadas desde tempos mais antigos que os atuais. Se um relevo tem, entre seus rios, uma distância inferior a 51 mm, medidos na imagem de radar a 1:250.000, isto significa que a erosão tem maior energia e pode trabalhar intensamente sobre o relevo. Ele é chamado de relevo dissecado. Há apenas uma exceção: deposição de material, como os terraços e as planícies, pode ocorrer tanto nos relevos conservados como nos dissecados. Estas formas são mapeadas com tonalidades de amarelo. As cores e tonalidades dão, assim, uma primeira ligação direta entre o mapa e a legenda.

Além das cores e tonalidades há um segundo elemento distintivo entre as unidades geomorfológicas: a letra-símbolo, que é delimitada por uma linha (limite de forma de relevo) dentro de cada uma dessas unidades. Estas associações de letras são divididas em dois conjuntos, cada qual referente a uma cor ou a uma tonalidade.

Dentro dos relevos conservados, logo, de uma cor, o conjunto se inicia por uma letra maiúscula seguida de letras minúsculas, forman-

do um código. Apenas três letras maiúsculas são utilizadas: S para as formas de relevo ligadas à estrutura; E para as formas de relevo ligadas à erosão e A para as formas de relevo relacionadas aos processos de acumulação. Após cada letra maiúscula seguem-se letras que dão o nome da forma e outras informações sobre ela.

No segundo conjunto de letra-símbolo, o dos relevos dissecados, correspondente às tonalidades, são usadas três letras minúsculas seguidas de um dígito numérico composto, sempre, por dois algarismos. As letras são a, c e t, significando, respectivamente, formas aguçadas, formas convexas e formas tabulares.

Um conjunto de símbolos desenhados encerra tudo o que é representado no mapa geomorfológico.

Cores, tonalidades, letras-símbolo de relevos conservados, letras-símbolo de relevos dissecados e símbolos têm sua correspondência na legenda, a qual está organizada de modo que o leitor possa conhecer o que foi mapeado, seja pela cor, seja pelas letras-símbolo.

A legenda está montada em três conjuntos destacados uns dos outros:

- Unidades Geomorfológicas e Distribuição Percentual das Formas de Relevo;
- Formas de Relevo; e
- Símbolos.

O primeiro conjunto marca os nomes das unidades geomorfológicas, tendo, à direita dos mesmos, as cores e tonalidades que correspondem a cada unidade, limitadas por *boxes* e contendo as letras-símbolo das formas de relevo mapeadas. Dentro de uma mesma unidade os *boxes* estão empilhados das cores para as tonalidades. Isto representa que os relevos conservados (cores) estão topograficamente mais elevados que os dissecados (tonalidades). Este empilhamento de cores e tonalidades é feito para todas as unidades geomorfológicas de modo a representar um conjunto de hierarquia altimétrica das formas de relevo mapeadas. Eventualmente, duas unidades podem ter a mesma posição altimétrica, mas a distinção pelas cores continua a ser feita. Ainda dentro do primeiro conjunto da legenda pode-se notar que os *boxes* referentes a uma unidade geomorfológica estão um pouco separados dos *boxes* de outra unidade. À direita dos conjuntos de *boxes*, e um pouco afastado deles, há um conjunto de linhas verticais e paralelas cuja distribuição obedece a uma escala logarítmica. Sobre estas linhas, as cores dos *boxes* estendem-se da esquerda para a direita, formando um gráfico de barras que mostra a percentagem de cada forma de relevo mapeada. A extensão em km<sup>2</sup> de cada forma e o total da área da Folha marcado em km<sup>2</sup> completam o primeiro conjunto.

O segundo conjunto, denominado Formas de Relevo, está subdividido em três partes: Formas Estruturais, Formas Erosivas e Formas de Acumulação. A finalidade precípua deste segundo conjunto é definir os códigos de letras-símbolo. Assim, as formas estruturais, cujo código se inicia por S, seguido por outras letras, têm a tradução das letras feita claramente. Após a tradução segue-se uma definição padronizada, retirada do Referencial de Padrões de Imagem. A estes dois elementos pode-se acrescentar especificidades regionais. O tratamento é idêntico para as formas erosivas e para as formas de acumulação.

Um destaque precisa ser feito para as letras-símbolo compostas de apenas uma letra minúscula (a, c e t) seguida de um número de dois algarismos. Estas três letras e os dígitos numéricos correspondem à primeira tentativa de se determinarem as fácies de dissecação. Como a legenda é aberta, outras letras e outros números podem ser acrescentados na medida em que o Referencial de Padrões de Imagem recolha mais pesquisa sobre o assunto. Ao nível atual de pesquisa sobre cartografia geomorfológica, o tema está representado dentro do subconjunto Formas Erosivas sob dois pontos de vista: os Tipos de Dissecação e os Índices de Dissecação.

Nos Tipos de Dissecação encontram-se as três letras básicas a, c e t com suas traduções, ou seja, formas aguçadas, formas convexas e formas tabulares, e suas definições.

Os Índices de Dissecação estão representados em um quadro onde são combinados dois tipos de informes: ordem de grandeza das formas de relevo (Fig. 2.1), com cinco classes medidas na imagem de radar, e intensidade de aprofundamento dos talwegues (Fig. 2.2), avaliada qualitativamente e também representada por cinco

classes. Desse modo, as letras a, c e t vêm sempre acompanhadas de um número de dois algarismos.

O tipo de modelado de dissecação interessa particularmente a conservação das terras e águas, problema de suma importância no Brasil. Com efeito, as unidades geomorfológicas intensamente dissecadas oferecem maiores probabilidades de escoamento torrencial das águas e de rápido desaparecimento dos solos. Elas necessitam uma atenção especial dos planejadores, que devem prever a manutenção de uma cobertura vegetal tão densa quanto for possível, para frear o escoamento e reter o solo. Se não se cumpre esta necessidade, estas unidades podem ser destruídas muito rapidamente. Os dois parâmetros de maior importância para esta avaliação são o tipo de dissecação e a profundidade dos entalhes. Estas informações são retomadas quando se estabelece o mapa de utilização potencial da terra. Mas elas interessam também, diretamente, a todos os técnicos que são encarregados da implantação de vias de comunicação e de instalações urbanas e industriais. Eles devem levar em conta o grande perigo da ocorrência de escoamentos violentos, capazes de destruir ou danificar as obras instaladas e de acumular grandes quantidades de material perto dos leitos, se por uma razão qualquer se destrói a cobertura vegetal.

O último conjunto da legenda corresponde aos símbolos geomorfológicos. Estão organizados com os símbolos pontuais precedendo os símbolos lineares e impressos em cores diferentes. Neste conjunto dois símbolos merecem destaque. Inicialmente aquele referente às áreas de antropismo, dentro das quais se distinguiram: áreas urbanizadas, que constarão do mapa básico, e áreas onde o homem exerceu alguma utilização do solo a ponto não só de modificar as formas de relevo, mas também de romper o equilíbrio ecológico e criar problemas relacionados ao meio ambiente.

O outro destaque está na representação das formações superficiais. Elas deverão ser assinaladas por um símbolo pontual no mapa e a exploração das análises correspondentes será feita em relatório. Estas formações, pela importância que têm na confirmação da geomorfogênese, dão ao mapeamento um mais alto grau de certeza dos fatos mapeados. Isto só será possível nas áreas extra-amazônicas devido à maior densidade da rede viária. Estes informes estão sendo estudados não só a nível do material em si mesmo, mas também na área de fotointerpretação sobre a imagem de radar, de modo que seja possível a escolha dos pontos de coleta compatível com a escala 1:1.000.000 em que são apresentados os mapas geomorfológicos.

## 2.3 — EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

O exame dos trabalhos e as informações bibliográficas sobre a Folha SA.24 Fortaleza demonstraram que até a década de 60 as observações de caráter geomorfológico resultavam, em grande parte, de generalizações a respeito da Região Nordeste e restringiam-se a referências esparsas, vislumbradas por ciências que guardam afinidade com a geomorfologia. Recentemente, a efetivação de pesquisas no âmbito das geociências sobre a área de abrangência da Folha contribuiu para o esclarecimento de problemas de natureza geomorfológica.

Os primeiros comentários conhecidos são de Lamego (1940) e dizem respeito às dunas cearenses. Segundo o autor, na costa cearense as dunas invadem o interior por muitos quilômetros. Esse fato foi referido também por Moreira (1973). Braga *et alii* (1977) constataram a "existência de cordões de areia na zona sublitorânea e no interior", porém não relacionaram a origem desses cordões com as dunas. Em trabalhos de campo, observou-se, a partir do rio Curu para oeste, uma camada arenosa com até 1 m de espessura, estendendo-se cerca de 10 km para o interior. Foi considerada a hipótese de que a cobertura arenosa no interior seja proveniente de dunas arrasadas.

Costa *et alii* (1973), Braga *et alii* (1977) e Moreira (1977) descreveram as dunas edafizadas como rebaixadas, desmanteladas pela erosão e cobertas por dunas atuais. Segundo esses autores existe um hiato de tempo entre as "paleodunas" e as "neoformações", que foram relacionadas com a elevação de nível de base, o qual reduziu o volume de aluviões transportadas pelos rios em direção ao mar. Nesse período essas paleodunas foram rebaixadas. O presente

relatório também constatou a existência do hiato de tempo entre as duas gerações de dunas.

Braga *et alii* (1977) relacionaram a tonalidade das areias com a sua idade. Assim, as "paleodunas" seriam avermelhadas, o que denunciaria o rigor de um clima árido mais antigo, e as areias esbranquiçadas formariam as dunas móveis, relacionadas ao clima atual. A ocorrência destas areias avermelhadas foi assinalada pelo presente mapeamento entre a lagoa Tapuío e a foz do riacho Catu, onde foi constatada a presença de um horizonte A, espesso.

Tanto Moreira (1973 e 1977) como Mabesoone (1974) constatarem que as dunas desviam embocaduras de rios ou dificultam seus escoamentos, originando lagoas mais para o interior. Esse fenômeno foi observado em todo o litoral mapeado, entretanto constatou-se que algumas lagoas apresentam influência de transgressão marinha.

Moreira (1973) quando dividiu o Estado do Ceará, em unidades morfológicas considerou a Planície Litorânea com uma largura de 30 a 50 km, limitada pela cota de 100 m, modelada em rochas sedimentares, terciárias e quaternárias. A autora subdividiu esse trecho em praia com a barreira de dunas e para o interior a planície. Neste mapeamento a unidade morfológica Planície Litorânea é composta pela praia e a barreira de dunas. A "planície interior" foi analisada como um pedimento detrítico e englobada na unidade geomorfológica Superfície Sertaneja.

Na região litorânea, o fenômeno de maior destaque é o delta do rio Parnaíba. Ab'Saber (1960a) considerou-o "a mais perfeita região deltaica existente na costa brasileira". Barbosa & Pinto (1973), observando a imagem de radar, notaram que a forma triangular do delta não é resultante apenas de sedimentos fluviais. Segundo esses autores a aresta leste do delta é formada por dunas e a oeste por manguezais, sendo que a parte verdadeiramente deltaica desenvolve-se para o interior. Esse fato também foi ressaltado por Moreira (1977) quando observou que, devido à deposição arenosa de direção oeste, a periferia do delta é arenosa e a parte interna pantanosa. Ab'Saber (1960a) interpretou o delta como um antigo golfo com rias, de origem eustática, talvez posteriores à última fase de afogamento eustático moderado, ainda não extensivamente colmatado pelo vasto leque de sedimentos deltaicos, embutidos em um largo desvão aberto pela erosão pós-pleistocênica na faixa dos sedimentos do Barreiras". Bacoccoli (1971) considerou-o como holocênico. Também Barbosa & Pinto (1973) descreveram-no como superimposto, de idade muito recente, e explicaram as numerosas lagoas laterais como sendo típicas de região deltaica. Moreira (1977) considerou-o instalado "sobre um golfo Pleistocênico".

Freire (1971) e Moreira (1977) ressaltaram que as barras dos rios Canárias e Igaracu, braços do rio Parnaíba, estão quase que totalmente obstruídos por sedimentos que formam bancos e cordões litorâneos perigosos à navegação. Segundo Mabesoone (1973), atualmente o delta não está em fase de crescimento, prevalecendo os processos de erosão marinha confirmados também por Moreira (1977). A visão de conjunto fornecida pela imagem de radar possibilitou constatar o delta limitado por dunas, assim como a intensa colmatagem dos seus canais, com maior influência marinha entre a ilha das Canárias e a vila de Cutia e nas proximidades da cidade de Luiz Correia, confirmadas em trabalho de campo.

Barbosa & Pinto (1973) referiram-se ao litoral entre Parnaíba e Jericoacoara como apresentando uma avançada regularização. Moreira (1977) considerou "os ventos de NE e a oscilação das marés que determinam o deslocamento das areias para O" como os agentes de retificação do litoral. Costa *et alii* (1973) consideraram grande a intervenção marinha somente de Chaval até a ponta de Jericoacoara, propiciando a instalação de salinas. Também Barbosa & Pinto (1973) constatarem essa influência ao relacionarem as embocaduras dos rios com baías, na área compreendida entre Parnaíba e a ponta de Jericoacoara. O presente trabalho constatou evidências deste fato entre Parnaíba e Jericoacoara.

Andrade (1968) analisando a evolução do litoral registrou a ocorrência de variações do nível do mar, comprovadas pela presença de terraços de acumulação marinha, falésias rejuvenescidas, estuários afogados, lagunas costeiras à retaguarda de recifes de arenito, considerando esses eventos pós-Wisconsin. Braga *et alii* (1977) assinalaram que a presença de "terraços" com até 4-5 m de espes-

sura na faixa litorânea são evidências de levantamentos mais ou menos recentes desse trecho da costa. Esses autores também caracterizaram o litoral entre Fortaleza e o rio Jaguaribe (Folha SB.24 Jaguaribe) como costa emersa devido a sua acentuada regularidade. Mabesoone (1974) identificou a presença de *beach-rock* em alguns trechos do litoral. Moreira (1977) caracterizou a foz do rio Acaraú como deltaica. Estes fatos foram observados em trabalhos de campo e/ou imagem de radar, entretanto, nem todos puderam ser mapeados em face da inexpressiva extensão.

Descrevendo os terrenos cenozóicos, Costa *et alii* (1973) assinalaram que eles recobrem uma área de até 50 km de largura, formando tabuleiros costeiros limitados quase sempre por linhas de escarpas sinuosas e irregulares. No mesmo texto, é assinalado que "na área do Projeto Jaibaras a superfície dos tabuleiros passa sem solução de continuidade para o topo aplainado e nivelado às mesmas cotas, das rochas cristalinas...". Braga *et alii* (1977) também relacionaram a superfície aplainada das coberturas cenozóicas com "a ampla superfície conhecida como tabuleiros". Limitam-na no interior por uma linha de escarpa de contorno irregular, formando pequenos desníveis em relação "à depressão periférica". Tanto esses autores como também Lamego (1940) e Moreira (1973) registraram a cobertura arenosa dessa superfície. Moreira (1977) considerou essa área como "um extenso *glacis* que se inclina suavemente para NE". A imagem de radar não registra os rebordos no contato entre os sedimentos cenozóicos e o cristalino. Grande parte dos terrenos cenozóicos foram mapeados como relevos dissecados em formas tabulares. A superfície em rochas cristalinas não foi considerada depressão periférica por se encontrar no mesmo nível altimétrico dos terrenos cenozóicos, que foram interpretados como um pedimento detrítico.

Com a ascensão epirogênica do continente na época pliopleistocênica houve a "formação da superfície arqueada de abrasão — deposição do Grupo Barreiras", segundo Costa *et alii* (1973) que a correlacionam com o ciclo Velhas (King, 1956). Os mesmos observaram instalação de uma fase erosiva atual que corresponderia ao Ciclo Paraguassu (King, 1956) "modelando o peneplano característico da região e destruindo-a quase completamente, hoje restrita às áreas de sedimentos do Grupo Barreiras e a testemunhos isolados nas regiões cristalinas". No mapeamento identificaram-se próximo do litoral os sedimentos do Grupo Barreiras que constituem depósitos correlativos das últimas superfícies de aplainamento.

Ocupando a maior parte da Folha SA.24 Fortaleza, encontra-se a superfície de aplainamento denominada Sertaneja por Ab'Saber (1969), por estar altimetricamente rebaixada, influenciada por um clima semi-árido e revestida por estepes.

Andrade (1968) identificou nas bacias hidrográficas setentrionais do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí um alastramento do P2, onde "o nível de erosão pós-Pd1 é o elemento topográfico dominante na paisagem e sobre ele é que se levantam os *inselbergs* e *inselbergiers* nordestinos". Barbosa & Pinto (1973) e Mabesoone (1974) dataram a região compreendida pela Superfície Sertaneja como pleistocênica. No presente relatório chegou-se à mesma conclusão que Andrade (1968).

Ab'Saber (1960b/1969) registrou a presença do "pediplano moderno", no sopé da serra da Ibiapaba, onde ele se comporta como uma superfície de eversão com relação à superfície pré-cretácica exumada. O mesmo autor, em 1972, denominou essas superfícies de depressões marginais, ou seja, região "com forte eversão e ações de pediplanação moderna em área de antigas depressões periféricas subseqüentes". Barbosa & Pinto (1973) mapearam a região do sopé da serra da Ibiapaba como depressão periférica — Depressão Periférica de Crateús; no entanto, reconheceram que apresenta feição típica do pediplano pleistocênico. No presente mapeamento foi constatada a superfície de eversão e foi mapeada a superfície pediplanada pleistocênica — Superfície Sertaneja — no sopé da serra da Ibiapaba.

Essa serra foi considerada, na maioria dos trabalhos de Ab'Saber (1949/1969/1972), Czajka (1958), Andrade & Lins (1965), Barbosa & Pinto (1973), Mabesoone & Castro (1975), como sendo uma *cuesta*. No presente mapeamento foi limitada pelo símbolo de escarpa erosiva.

De acordo com Andrade (1968): "a couraça laterítica da serra do Teixeira repete-se no reverso de erosão da Ibiapaba num nível de

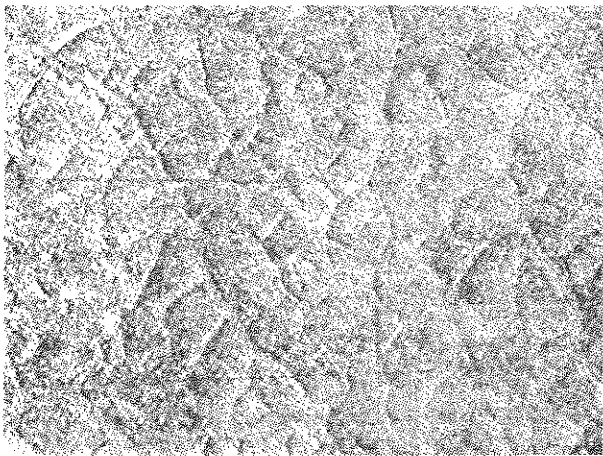




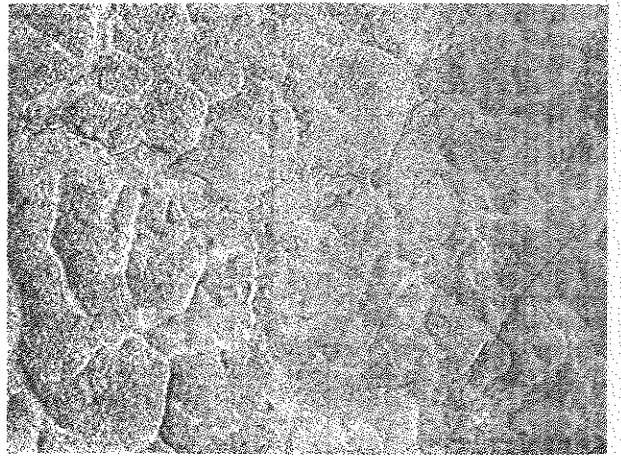
1-  $\leq 250$  m



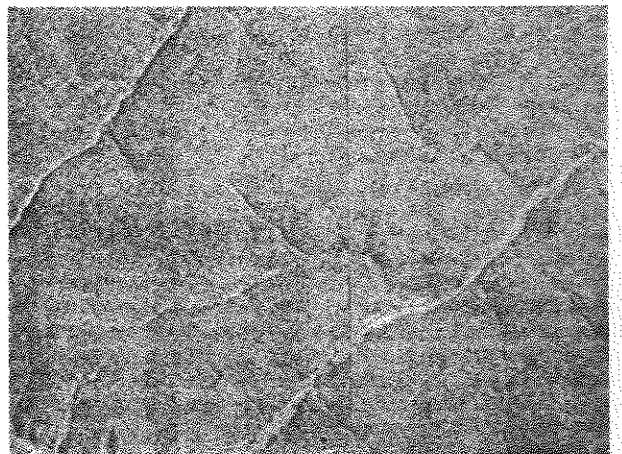
2-  $> 250$  m  $\leq 750$  m



3-  $> 750$  m  $\leq 1.750$  m



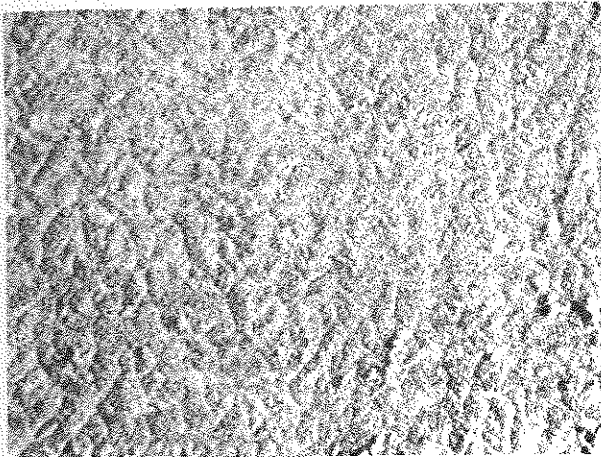
4-  $> 1.750$  m  $\leq 3.750$  m



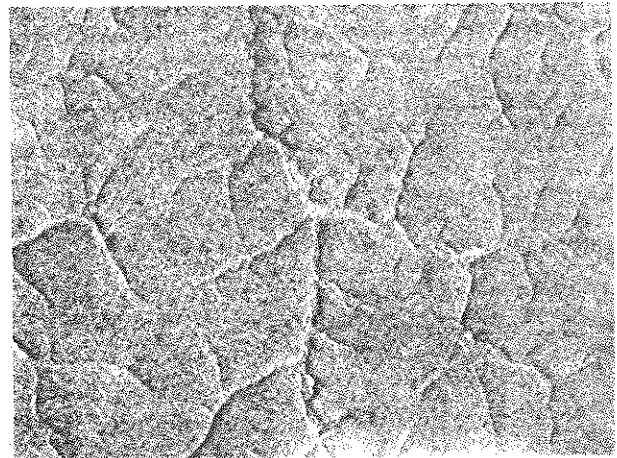
5-  $> 3.750$  m  $\leq 12.750$  m

Para a definição dos índices de 1 a 5 para a Ordem de Grandeza das Formas de Dissecação, foi possível a medição direta dessas formas de relevo nos mosaicos semicontrolados de radar a 1:250.000.

Fig. 2.1. — Padrões de imagem de radar para a ordem de grandeza das formas de dissecação.



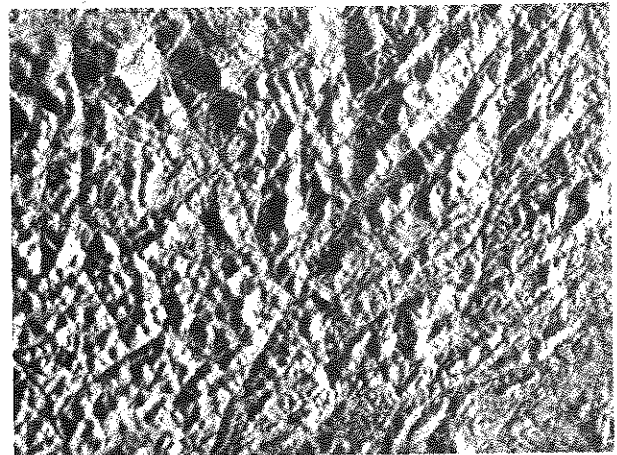
1 - Muito Fraca



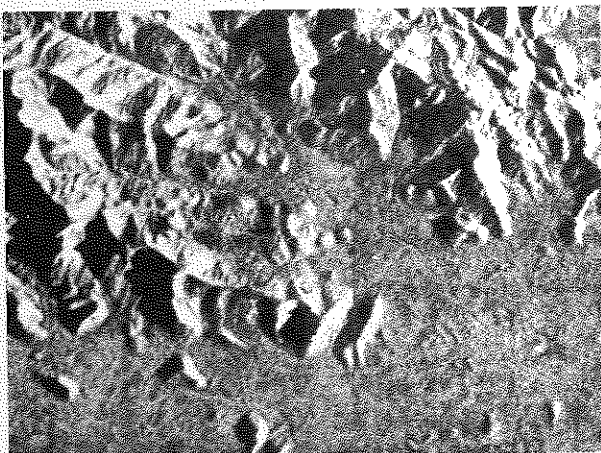
2 - Fraca



3 - Mediana



4 - Forte



5 - Muito Forte

A intensidade do entalhe da drenagem foi qualificada, uma vez que não é possível até o atual aproveitamento da imagem de radar a 1:250.000 chegar a estabelecer medidas verticais.

Fig. 2.2 - Padrões de imagem de radar para intensidade do aprofundamento de drenagem.

750 m", e assinala adiante que "o reverso erosivo corta obliquamente as camadas...". No trecho da serra da Ibiapaba mapeada na Folha SA.24 Fortaleza, foi observada a couraça laterítica. No entanto, na área do reverso imediato, como a topografia corresponde à orientação do mergulho estratigráfico, foi mapeada como relevo estrutural.

Andrade & Lins (1965) registram a presença de formas residuais na serra da Ibiapaba, onde o nível de piso é 750 m. Andrade (1968) data esse nível como Pliocênico, apresentando remanescentes do Pd3. A estes mesmos relevos Ab'Saber (1972) referiu-se como apresentando formas de *cuestas*. Barbosa & Pinto (1973) constataram a datação de Andrade (1968) e mapearam esses relevos como mesas. Barbosa & Pinto (1973) descreveram próximo aos rios Longá e Parnaíba influências erosivas e, no mapa apresentado, assinalaram mesas. Mabesoone & Castro (1975) também registraram relevos tabuliformes sobre áreas aplainadas em nível altimétrico mais baixo. Através da imagem de radar foi possível mapear relevos residuais tabulares estruturais delimitados por escarpas erosivas em diversas altimetrias, no relatório receberam a mesma datação dada por Andrade (1968).

Andrade (1968) identificou a penetração do Pd1 e P2 nos rios da bacia do Parnaíba enquanto que Barbosa & Pinto (1973) assinalaram sobre o delta do Parnaíba a coalescência do Pediplano Pliocênico e o Pediplano Pleistocênico. Caldasso (1978) retoma a idéia de Andrade (1968) quando identifica a penetração do Ciclo Paraguaçu correlacionado com o P2, no baixo curso do rio Parnaíba. Neste relatório considerou-se a idéia de Andrade (1968) como a mais provável.

Costa *et alii* (1973) registraram que os pedimentos no sopé da serra da Ibiapaba são contemporâneos ou ligeiramente posteriores ao Grupo Barreiras. Neste trabalho os pedimentos não foram mapeados por se observar que a coalescência dos mesmos resultou na extensa superfície pediplanada pleistocênica.

Moreira (1973) assinalou a existência nos arredores da cidade de Irauçuba de depressões, que no período úmido do ano ficam encharcadas e posteriormente, na fase seca, há um ressecamento que contribui para o fendilhamento do horizonte subsuperficial argilo e compacto. A autora considera essas áreas como *playas* ou *bajadas*. No presente mapeamento elas foram identificadas como áreas de acumulação inundáveis e receberam a mesma interpretação da autora mencionada.

Tanto Ab'Saber (1949) como Barbosa & Pinto (1973) e Costa *et alii* (1973) referiram-se ao prolongamento dos sedimentos siluro-devonianos da Formação Serra Grande para leste, e o seu recuo é relacionado com a reativação tectônica. Conforme Ab'Saber (1949): "Entre o início do Terciário e o Mioceno a rede hidrográfica exorreica estimulada pela epirogênese positiva no rebordo leste da bacia auxiliou na remoção e no entalhamento do capeamento sedimentar que preenchia a plataforma cristalina". Barbosa & Pinto (1973) comprovaram a existência da reativação Wealdeniana (Almeida, 1967) pelas influências estruturais, principalmente as falhas de direção NE-SO, observadas nos relevos residuais. Entre elas, a falha de Granja que atinge o embasamento Pré-Devoniano e corta a Ibiapaba seria uma das evidências desta reativação. A imagem de radar permite a identificação das falhas relacionadas com a reativação, sendo também constatada a existência de afloramento da Formação Serra Grande a leste da sua atual frente.

Os trabalhos sobre a serra da Ibiapaba tratam-na com um todo homogêneo, enquanto que a imagem de radar mostra que o trecho norte, mapeado na Folha SA.24 Fortaleza, tem características distintas dos demais setores.

Através das operações de campo e sobrevôo foi possível colher dados que permitiram o estudo e localização das idéias dos autores referidos.

## 2.4 - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Os critérios fundamentais adotados para a divisão da região em unidades geomorfológicas foram, principalmente, a homogeneidade das formas de relevo e o posicionamento altimétrico relativo; como critérios subsidiários foram consideradas as características de geologia, de vegetação e de solos.

Na Folha SA.24 Fortaleza, o relevo apresenta-se altimetricamente dividido em duas áreas, uma com cota de até 250 m e a outra com altimetria entre 700 e 1.000 m, sendo identificadas poucas cotas intermediárias.

A área mapeada foi dividida em quatro unidades: Planície Litorânea, Superfície Sertaneja, Planalto da Ibiapaba e Planaltos Residuais, que serão descritas das mais baixas para as mais altas correspondendo no mapa às cores desde as mais claras às mais escuras, respectivamente.

### 2.4.1 - Planície Litorânea

No mapeamento da Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza, Barbosa & Pinto (1973) estenderam a unidade de Litoral de Rias e Lençóis Maranhenses até a ponta de Jericoacoara, ou seja, até o limite leste da região por eles mapeada. Neste mapeamento a denominação de Planície Litorânea decorre da visão de conjunto, possibilitada pela continuidade do litoral para leste.

Compreendendo parte do Estado do Ceará, o litoral do Piauí e uma pequena faixa do Estado do Maranhão, a Planície Litorânea compõe-se de planícies fluviomarinhas (Apfm) e dunas (Ad) elaboradas em areias quaternárias. Estas feições geomorfológicas ocorrem ao longo de todo o litoral, eventualmente em faixas muito estreitas, o que dificulta o seu mapeamento. A largura desta unidade vai aumentando de leste para oeste, onde a máxima é de 6 km, com exceção da foz do rio Parnaíba que chega a 17 km.

Nesta unidade encontra-se um dos principais centros urbanos da Folha SA.24 Fortaleza. Trata-se da cidade de Parnaíba no Estado do Piauí, situada na margem direita do rio Igarapé, que constitui um dos braços do rio Parnaíba. Fortaleza, embora situada no litoral, possui feições geomorfológicas que se enquadram tanto na Planície Litorânea como na Superfície Sertaneja.

A planície fluviomarinha (Apfm) destaca-se nas embocaduras dos rios Acaraú, Coreaú, Timonha, Camurupim e Parnaíba. Essa planície caracteriza-se por apresentar uma drenagem anastomótica de canais largos, com diversas ilhas na foz a exemplo da ilha Grande no rio Timonha. A vegetação é de mangue sobre solos de mangue.

As dunas formam cordões quase contínuos ao longo da costa, com notável paralelismo entre si, abrangendo uma faixa em torno de 2,5 km de largura. Situam-se entre a superfície pediplanada (Ep) ou as formas tabulares (t41) e a faixa de praia. Nestas áreas foram identificadas tanto dunas móveis como fixas. Estas são mantidas pela cobertura vegetal e em determinados pontos, como em Trairi, pela cimentação de uma camada de aproximadamente 20 cm de grãos de areia, que obstaculiza os efeitos da deflação eólica (Est. 2.1.A). Não foi possível separá-las em áreas distintas por estarem se interpenetrando. As dunas, entre a lagoa Tapuí e a foz do rio Aracati-Mirim, têm a direção E-O porque o sentido da costa é SE-NO e os ventos que aí predominam são de quadrante leste; quando a costa tem a direção E-O, as dunas apresentam-se no sentido NE-SO. Predominam as dunas do tipo barcana, em forma de meia-lua, onde se identificam declives atenuados a barlavento, contrastando com o ângulo mais acentuado da encosta resguardada da dinâmica eólica (Est. 2.1.B). Entre as dunas, particularmente no período das chuvas, observa-se a ocorrência de pequenas depressões brejosas.

Próximo à ponta do Iguape e à foz do rio São Gonçalo ocorrem dunas fixas caracterizadas por uma cobertura vegetal recobrimo um material arenoso com desenvolvimento pedogenético.

A linha de costa é via de regra retificada, destacando-se a presença de pontas que se projetam para o mar. A visão de conjunto fornecida pela imagem de radar, acrescida de constatações de campo, possibilitou a identificação de cinco setores da costa onde as feições litorâneas são dotadas de maior homogeneidade (Fig. 2.3).

No setor compreendido entre a lagoa Tapuí e a ponta do Mucuripe, observa-se um litoral retilinizado e com direção SSE-NNO, sendo a ponta do Iguape o único acidente a interromper a retificação sem contudo mudar a direção da costa. As dunas ocupam extensivamente a área, provocando em certos casos o represamento das águas e a formação de pequenas lagoas (Fig. 2.3 A).

Da ponta do Mucuripe até a foz do rio Aracati-Mirim o litoral tem direção SE-NO, com amplas enseadas e presença de dunas que penetram para o interior ocupando faixas de até 4 km. A drenagem tem o fluxo dificultado, divagando através de canais sinuosos sen-



do, ocasionalmente, obstruída formando lagoas à retaguarda das dunas. A característica principal e que justifica a singularidade deste trecho do litoral nordestino deve-se à presença extensiva de dunas que avançam para o interior em faixas de larguras variáveis (Fig. 2.3 B).

Da foz do rio Aracati-Mirim até a ponta de Jericoacoara, a orientação da costa se modifica para E-O, tendo-se então uma área submetida às influências de deposição fluviomarinha, na foz do rio Acaraú. A capacidade de deposição deste rio se pronuncia à medida que este atinge os sedimentos do Grupo Barreiras, espalhando-se paralelamente à linha do litoral. Caracteriza-se pela presença de lagoas interligadas por canais e por uma vegetação de mangue próximo ao canal principal do rio e carnaúbas no restante da planície fluviomarinha (Fig. 2.3 C). Os cordões de dunas distribuem-se extensivamente, de modo particular próximo à ponta de Jericoacoara, onde os quartzitos do embasamento afloram sobpostos aos sedimentos do Grupo Barreiras, formando uma falésia (Est. 2.II A).

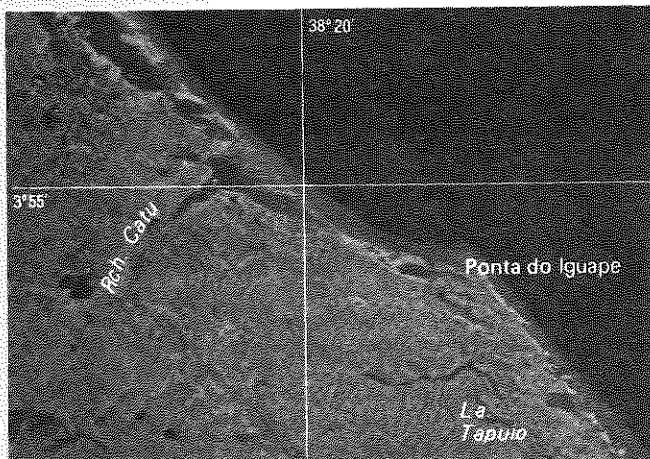
Entre a ponta de Jericoacoara e a cidade de Luiz Correia, a direção anterior permanece inalterada, mas com a forma de uma grande enseada. A largura da área de cobertura de dunas é, no entanto, mais significativa. A drenagem fluindo conforme o posicionamento das dunas tem as embocaduras barradas, formando-se diversos lagos de até 5 km<sup>2</sup>. As planícies fluviomarinhas possibilitam a fixação de mangues (Fig. 2.3 D).

Finalmente, atinge-se a área do rio Parnaíba com direção inicial SE-NO e a seguir E-O. A foz desse rio forma um delta mais ou menos triangular com a base de 25 km voltada para o norte e 35 km no sentido longitudinal como se pode observar na Figura 2.4. O extre-

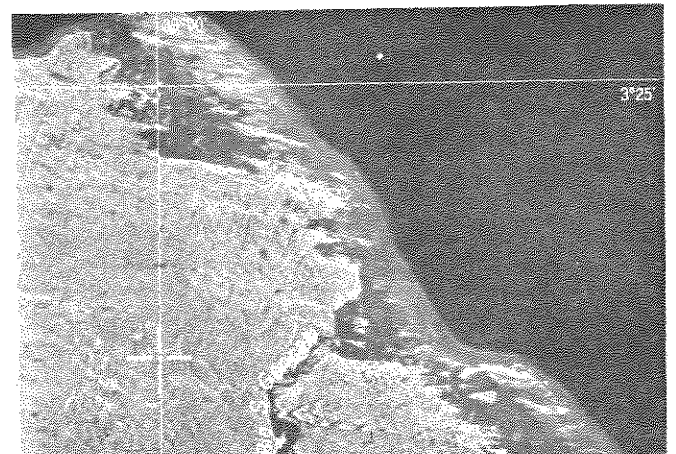
mo oeste desta forma encontra-se na região da Folha SA.23 São Luís. O delta foi mapeado como planície fluviomarinha na orla e planície fluvial no interior, sendo a leste limitada por dunas, com cobertura vegetal de Formações Pioneiras do tipo mangue, carnaubal e arbustiva respectivamente. Na ilha das Canárias a área de mangue está intercalada por uma faixa de dunas fixas. Os solos predominantes são *Solonchak* e solos indiscriminados de mangues. O rio Parnaíba tem um canal retilíneo com poucas ilhas, direção geral SO-NE até o lago de Rosápolis; SE-NO até a ilha dos Poções e daí até a foz é S-N. Do canal principal saem outros como o rio Santa Rosa e o Igarçu, ambos com características meândricas, sendo que o primeiro, no extremo noroeste, passa a anastomosado. Tanto numa margem como na outra do rio Parnaíba nota-se a presença de lagoas, canais e meandros abandonados, como por exemplo a norte da ilha dos Poções, e de uma drenagem secundária labiríntica.

#### 2.4.2 — Superfície Sertaneja

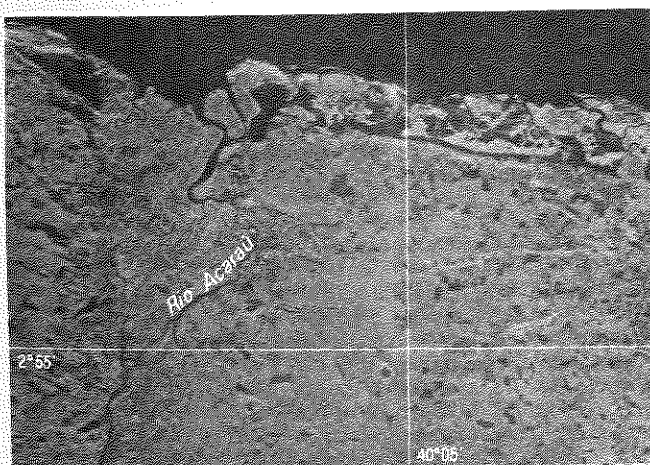
No mapeamento da Folha SA. 23 São Luís e parte da SA. 24 Fortaleza, entre as coordenadas de 40° 30' e 42° 00' WGr., Barbosa & Pinto (1973) identificaram a unidade morfoestrutural Depressão Periférica de Crateús que neste mapeamento se prolonga por todo o restante da Folha SA.24 Fortaleza, sendo então adotada a denominação de Superfície Sertaneja proposta por Ab'Saber (1969). Salienta-se que, em termos espaciais, esta unidade é a de maior expressão territorial na compartimentação geomorfológica da área abrangendo cerca de 26.057 km<sup>2</sup> ou 61% da área mapeada. Para norte alcança locais da faixa costeira, onde a Planície Litorânea é exígua, como em Fortaleza; no sentido meridional ultrapassa a área



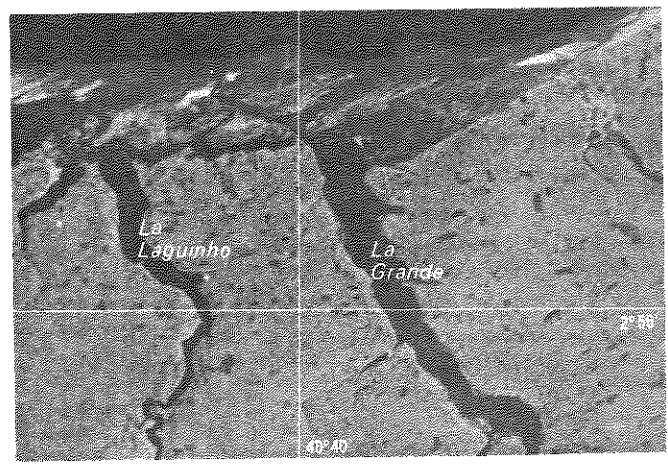
A-Retilizada



B-Acumulação edílica



C-Acumulação fluviomarinha



D-Rias

Fig. 23 — Tipos de Costa



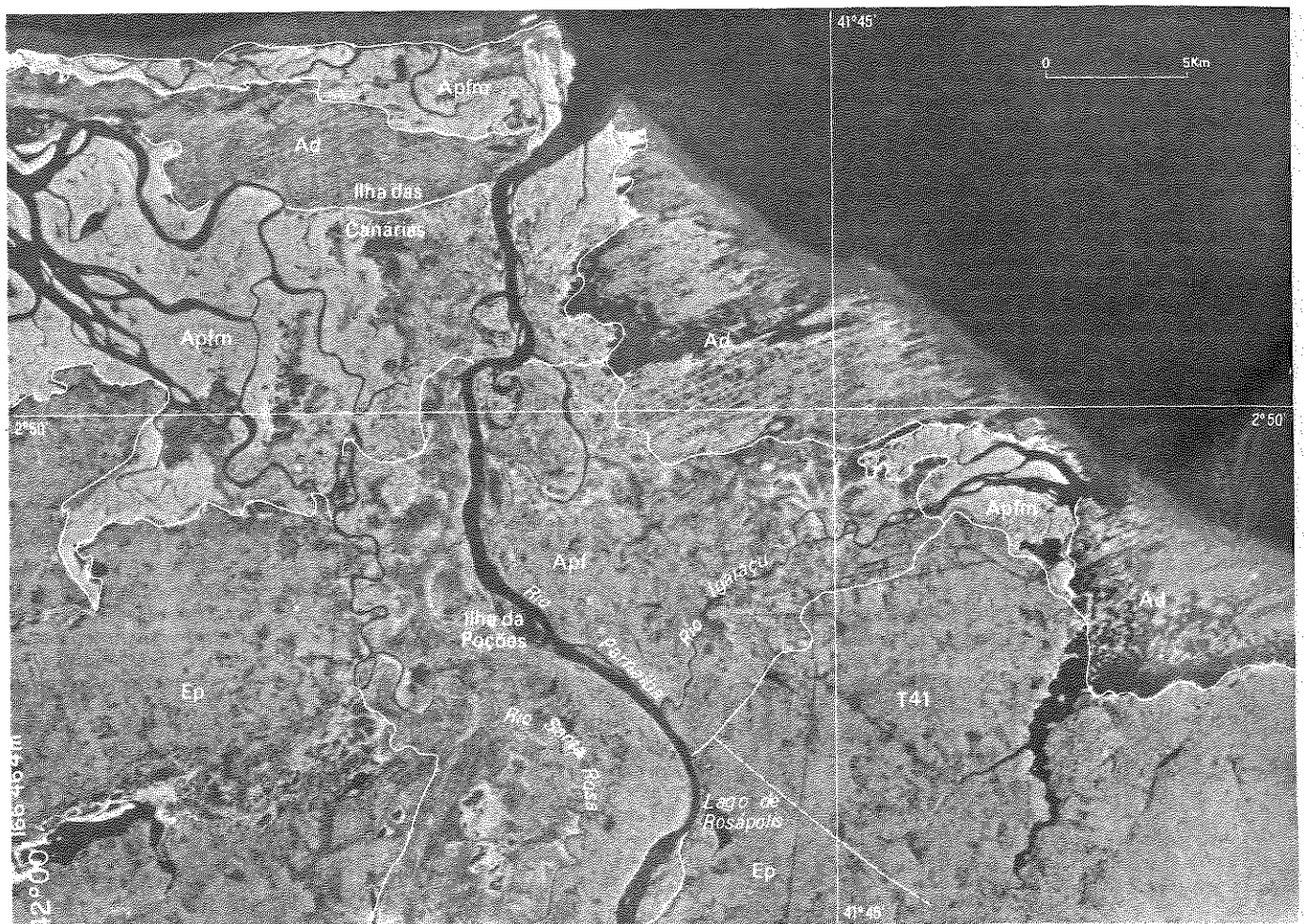


Fig. 2.4 — Delta do rio Parnaíba. Ep - Superfície Pediplanada; t41 - Forma tabular com até 3.500 m de interflúvio e entalhe de drenagem muito fraco; Ad - Dunas móveis e/ou fixas; Apf - Planície fluvial; Apfm - Planície fluvio-marinha.

objeto deste estudo, estendendo-se pela Folha SB.24 Jaguaribe; para oeste é limitada pelo Planalto da Ibiapaba. Assim, sua continuidade só chega a ser interrompida pelos níveis elevados dos Planaltos Residuais.

Nesta unidade a ocupação humana está diretamente associada às condições naturais. Desta maneira, na parte setentrional, onde as precipitações são mais regulares, a atividade agrícola tende a prevalecer através das culturas de subsistência. A imagem de radar possibilita a identificação deste fato expondo parcelas de culturas e de "capoeiras" que sugerem a adoção da técnica rudimentar da rotação de terras. Enquanto que na parte meridional, a sotavento das serras, predomina a pecuária, e a imagem de radar não denuncia a presença da agricultura.

A peculiaridade do regime pluviométrico da Superfície Sertaneja, aliada à problemática das secas periódicas, levou à construção de grandes reservatórios públicos de água, destacando-se como os de maior capacidade os açudes Pereira de Miranda, ex-Pentecostes, Caxitoré, Forquilha, Aires de Souza, Acaraú-Mirim e Tucunduba, todos no Estado do Ceará.

Destaca-se como centro regional a cidade de Sobral no Estado do Ceará, situada em baixos níveis de terraços do rio Acaraú, próximo à confluência com o riacho Jaibaras.

A Superfície Sertaneja subdivide-se em duas partes distintas: área conservada e área dissecada.

A área conservada com topografia plana e mapeada como superfície pediplanada (Ep) abrange 63% da unidade. A densidade de

drenagem é muito fraca e à medida que esta se intensifica surgem setores de relevos dissecados que interrompem a continuidade espacial da superfície conservada. Nessa superfície os processos erosivos truncaram indistintamente os mais variados tipos de rochas, tanto do complexo cristalino como-sedimentares. Essa variação litológica tende a se refletir numa maior complexidade do mosaico de solos, onde predominam os Podzólicos Vermelho-Amarelos, Planossolos e Regossolos. O revestimento vegetal constitui-se de Estepe, cuja composição florística tende a apresentar mudança à medida que os solos variam.

As áreas de acumulação inundáveis (Aai) compreendem depressões de pequenos desníveis, possibilitando na estação chuvosa a permanência de água em superfície e o aparecimento de uma cobertura de gramíneas (Est. 2.II.B). As elevadas taxas de evaporação conduzem a diminuições progressivas destas reservas de água tendo, como conseqüência, o desaparecimento do tapete herbáceo de gramíneas restando apenas arbustos esparsos. Esta vegetação reveste áreas de Planossolos e Regossolos. Estas áreas localizam-se na superfície pediplanada (Ep), principalmente entre as serras da Uruburetama e Ibiapaba (Fig. 2.5).

A área dissecada apresenta características diferenciadas na capacidade de sulcamento da drenagem e o comportamento geomorfológico das rochas. Sob tais aspectos foram considerados os setores dissecados do interior e os da faixa sublitórea.

As feições dissecadas do interior correspondem as áreas residuais, gradativamente mais elevadas do que a superfície pediplana-

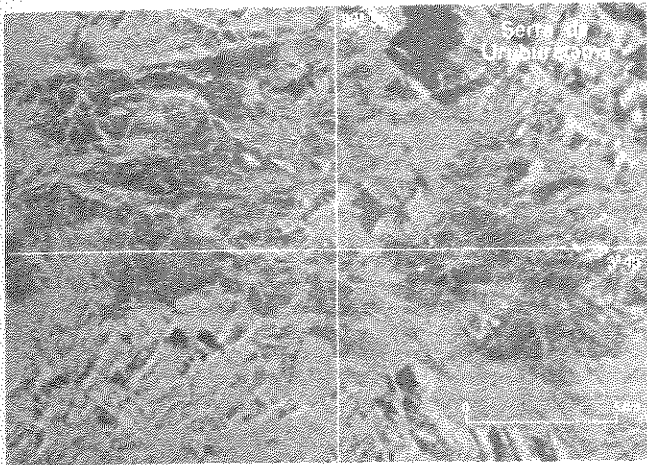


Fig. 2.5 — Área de acumulação inundável, representada na imagem de radar por tonalidade preta.

da (Ep), com amplitude altimétrica de 100 m. Predominam as formas com interflúvios de até 250 m e entalhe de drenagem muito fraco, como por exemplo as formas convexas (c11) próximo à cidade de Granja, ou as aguçadas (a11) perto da cidade de Sobral e da vila de Forquilha. Estas últimas têm direção N-S e são paralelas entre si, devido ao controle estrutural. Estes dissecados se desenvolveram principalmente em rochas metamorfizadas sobre as quais se formam solos Bruno Não Cálcidos e Regossolos, cobertos indistintamente pela Estepe. Nas formas aguçadas (a11), à medida que os declives se apresentam mais acentuados, os solos Litólicos prevalecem.

As áreas dissecadas do litoral localizam-se entre os rios Curu e Parnaíba, margeando a Planície Litorânea, numa superfície contínua que ocupa uma área de 6.859 km<sup>2</sup>, com a altitude máxima de 50 m, coalescendo com a superfície pediplanada (Ep). Existem alguns rebordos descontínuos no contato das duas formas, no entanto, por causa do pequeno desnível, a escala da imagem de radar não permitiu seu mapeamento. Caracterizam-se por amplas formas tabulares (t41) com até 3,5 km de interflúvio e um entalhe de drenagem muito fraco, sobre argilas cobertas por uma camada arenosa de espessura muito variada, pertencentes ao Grupo Barreiras. Os solos dominantes são Podzólicos Vermelho-Amarelos e as Areias Quartzosas, revestidos por vegetação pioneira arbustiva. Para o interior, a uns 15 km da costa, predomina a Estepe. A continuidade espacial destas formas tabulares é interrompida pelas planícies fluviais (Apf) ou planícies fluviomarinhas (Apfm), devido à proximidade da costa.

Na Superfície Sertaneja o padrão de drenagem é subdendrítico e os cursos de água não têm competência para promover um entalhe de maior significado, em face da intermitência dos regimes fluviais condicionados pela semi-aridez. A densidade da drenagem aumenta a partir de no máximo 30 km do interior em direção à costa.

Desta drenagem destacam-se três rios: Catu, Curu e Acaraú, por apresentarem setores com planícies fluviais de mais de 2 km de largura, principalmente quando atravessam os sedimentos do Grupo Barreiras.

O riacho Catu com direção SO-NE tem sua foz barrada por dunas o que o faz correr paralelo à costa durante aproximadamente 8 km, sendo este trecho ocupado por salinas. O rio Curu, com direção SO-NE, corre perpendicular ao litoral. Caracteriza-se por apresentar a foz livre de dunas e sem influência marítima marcante; possui planície fluvial nos últimos 30 km do seu curso, ocupada por culturas de cana-de-açúcar. O rio Acaraú corre com direção S-N, perpendicular ao litoral. É o principal rio que atravessa esta unidade. Apresenta a foz em forma de delta e sua planície aluvial se desenvolve a partir das proximidades de Santana do Acaraú com largura variável de 1 a 5 km de montante para jusante. Próximo à cidade de Marco verifica-se a ocorrência de ilhas cujo comprimento atinge mais de uma dezena de quilômetros por 2 km de largura, constituídas por material de natureza aluvial com sedimentos areno-argilosos.

#### 2.4.3 — Planalto da Ibiapaba

Esta unidade foi anteriormente mapeada por Barbosa & Pinto (1973), com a denominação de Planalto da Bacia Sedimentar do Piauí—Maranhão, abrangendo toda a área da bacia sedimentar do Parnaíba, limitando-se a leste a a norte com a então chamada Depressão Periférica de Crateús. Neste relatório foi denominada Planalto da Ibiapaba evitando-se a denominação de termos geológicos na titulação das unidades geomorfológicas. Para tornar mais clara a descrição geomorfológica e devido a diferenças altimétricas marcantes, identificaram-se dois subcompartimentos de relevo: o planalto oriental com altitudes de 700 m, que constitui a serra da Ibiapaba propriamente dita, e a área ocidental, drenada pelo rio Longá com altitude média de 120 m.

O planalto oriental que representa o reverso estrutural da serra da Ibiapaba localiza-se na parte centro-sul da Folha SA.24-Y-C e estende-se em direção sul para a Folha SB.24 Jaguaribe. A orientação geral é N-S, com uma escarpa erosiva voltada para leste (Est. 2.III A) e outra para oeste. As feições modeladas nos quartzitos da escarpa leste sotopostos à cornija de arenitos resultaram num relevo movimentado, dissecado em formas aguçadas do tipo a23 (Fig. 2.6). Esse fato evidencia a acentuação do entalhamento da drenagem que se instalou na mesma. Os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos têm prevalência, sendo revestidos por uma vegetação de porte arbóreo com grande dispersão de babaçu na sucessão de estágios secundários que se estabeleceram.

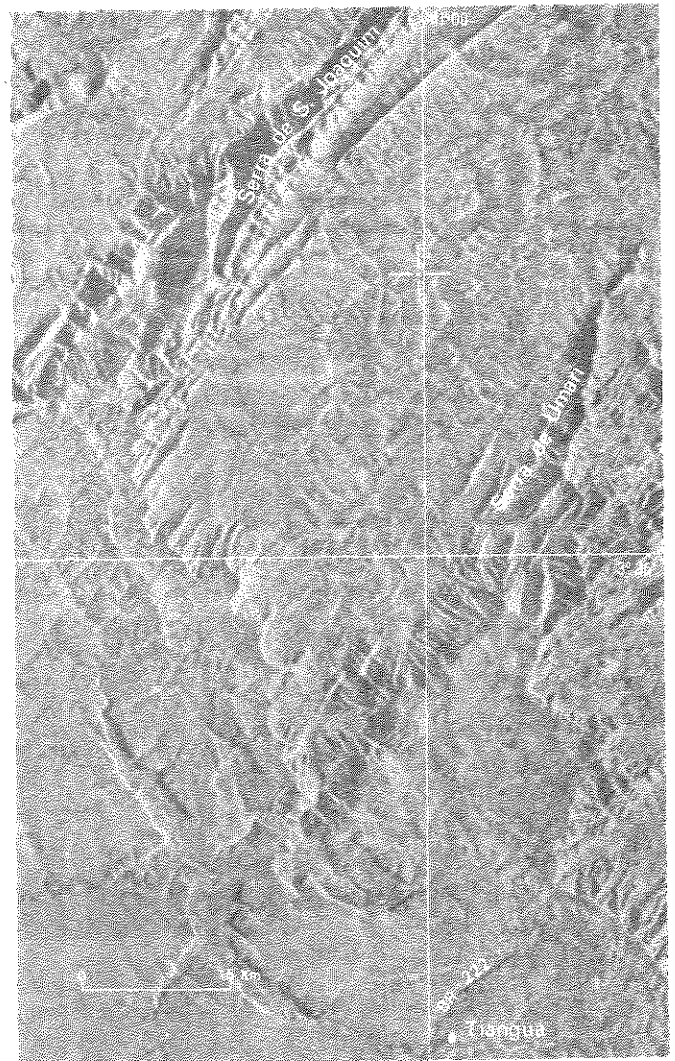


Fig. 2.6 — Escarpa leste do Planalto da Ibiapaba.

A partir da serra de Umari o modelado torna-se heterogêneo e a escarpa extremamente irregular, posicionando-se para NNO-SSE, e a altitude começa a diminuir a partir de 685 m em Viçosa do Ceará até coalescer com a área ocidental e com a Superfície Sertaneja nas proximidades da serra de Santa Rita. Os relevos existentes neste trecho, apesar de representarem longos esporões da serra da Ibiapaba, não possuem o capeamento arenítico peculiar do planalto sedimentar. Todos têm a direção NE-SO e foram amplamente influenciados pela tectônica de quebraamento. A dissecação apresenta formas de topos aguçados mapeados como a12, a13, a22, a23 e a24, guardando estreita semelhança com os Planaltos Residuais, a serem abordados posteriormente.

As serras de São Joaquim e Ubatuba compõem os elementos mais característicos desta área. A primeira apresenta uma crista principal quartzítica de aproximadamente 20 km de extensão, com pequenas interrupções e ambas as vertentes dissecadas em formas aguçadas a23, com altitude máxima nunca superior à cota de 470 m. Esta área marca a presença de solos Litólicos e uma cobertura vegetal de Floresta Secundária, com presença de palmeiras. Com a suavização do relevo e onde a espessura do solo não se apresenta como condição limitativa, a agricultura de subsistência se estabelece. Em continuidade a este relevo interrompido apenas pelo boqueirão do rio Itacolomi encontra-se a serra Dom Simão, cujas características litológicas, edáficas e de vegetação são as mesmas da serra de São Joaquim. Um dos traços mais marcantes dessa serra é a forma aproximadamente triangular, com o setor leste constituído por um paredão contínuo de direção N-S com as extremidades voltadas para leste e um desnível de cerca de 200 m em relação à Superfície Sertaneja. É possível observar um pequeno patamar entre os níveis de 600 e 400 m, antes da área dissecada. A parte oeste está fortemente dissecada em formas aguçadas do tipo a24, que descem desde a sua altitude máxima de 680 m até o nível de aplainamento geral.

A serra da Ubatuba, o relevo mais elevado da parte norte da serra da Ibiapaba, possui uma topografia aplainada, sob a forma de relevo tabular erosivo (Et) bastante diaclasado. Em torno desse nível conservado encontram-se formas aguçadas a34. Ao norte a dissecação é atenuada, dando lugar às formas do tipo a23 esculpidas em quartzito e ligando-se à serra da Ibiapaba através da serra das Flores. A vegetação é a Floresta Secundária, com palmeiras nas partes dissecadas, enquanto na parte mais elevada foi mapeado em solo Litólico um refúgio ecológico gramíneo-lenhoso. A sudoeste da serra das Flores, a Superfície Sertaneja penetra na serra da Ibiapaba através de um amplo anfiteatro.

A borda noroeste da serra é interrompida pela presença de um vale pedimentado de extensão superior a 15 km, cuja retilinidade sugere influência tectônica na sua formação. A partir deste vale em sua direção oeste, a altitude decresce rapidamente, passando sem quebra de continuidade para a área ocidental e para a Superfície Sertaneja.

O topo da serra da Ibiapaba é recoberto por uma camada de arenito paleozóico que forma uma cornija íngreme com cerca de 100 m de espessura a leste, até o contato com as cristas quartzíticas na cota de 570 m. Na parte oeste outra escarpa erosiva marca o contato da serra da Ibiapaba com a área ocidental mais baixa.

A superfície conservada da serra da Ibiapaba foi mapeada como relevo tabular estrutural (St), devido ao íntimo relacionamento entre a topografia e o mergulho das camadas da Formação Serra Grande que não ultrapassa 5° O. A parte norte e a faixa oeste são marcadas por uma série de pequenos relevos tabulares estruturais (St) com escarpas erosivas, grupos de *inselbergs* (Egi), assim como ressaltos topográficos que marcam desníveis de pequena amplitude.

Em Viçosa do Ceará nota-se um patamar interpondo-se à escarpa marginal e ao topo do planalto. A sudoeste da serra de Umari, até o trecho onde passa a BR-222 rumo a Tianguá, existe uma área depirmida, correspondendo àquele patamar que se liga ao nível mais elevado do planalto através de um declive muito fraco.

A noroeste de Tianguá alguns riachos formadores do rio Itacolomi abriram um vale de fundo chato, com largura superior a 1 km e

bem marcado pelas vertentes íngremes, situadas no mesmo nível do patamar próximo a Viçosa do Ceará.

Os principais solos são Latossolos Vermelho-Amarelos na faixa próxima à escarpa leste, dissecada em interflúvios do tipo t22, t31 e t41 e nas formas aguçadas a12, com cobertura de Floresta Secundária e Estepe/Floresta Estacional bastante desfigurada pela utilização agrícola. Na parte conservada as Areais Quartzosas e os solos Litólicos com Estepe e Estepe/Floresta Estacional marcam a paisagem.

O reverso da serra da Ibiapaba é limitado por escarpas erosivas, assinaladas no mapa geomorfológico. Uma série de vales pedimentados permite a ligação da área ocidental da unidade com o interior da serra. Esses vales possuem vertentes íngremes de até 100 m de altura, drenados principalmente pelos rios cataclinais vindos da região oriental, como o Jaburu, Pejuaba e Catarina. São comuns os relevos tabulares estruturais (St), isolados da parte compacta a distâncias pouco consideráveis.

A área ocidental localiza-se a oeste da serra da Ibiapaba, estendendo-se para a Folha SA.23 São Luís a oeste e para a Folha SB.24 Jaguaribe ao sul. Mapeada como superfície pediplanada (EP), com altitude média de 100 m apresenta-se conservada no setor leste e ao sul da cidade de Cocal onde corta as Formações Serra Grande e Pimenteiras. Nas proximidades do rio Longá esta superfície pediplanada apresenta-se rebaixada, com cerca de 60 m de altimetria, prolongando-se ao longo de vales de rios cataclinais, fato que pode ser comprovado através da imagem de radar pela presença de ressaltos topográficos no sentido leste-oeste. Desta superfície rebaixada sobressaem relevos residuais com aproximadamente 200 m de altura assinalados no mapa geomorfológico como tabulares estruturais (St) e grupamentos de *inselbergs* (Egi), assim como dissecados em formas colinosas, aguçadas e tabulares c11, c21, a22, t11, t21 e t31 em litologia arenítica da Formação Cabeças.

A drenagem é cataclinal de direção E-O, orientando-se no sentido dos rios Longá e Parnaíba, que apresentam posicionamento ortoclinal em relação à estrutura da bacia sedimentar. Uma série de áreas de acumulação inundáveis (Aai) desenvolvem-se às margens do rio Longá e alguns de seus afluentes como o rio Piracuruca, dando a falsa idéia de planícies fluviais como pode ser constatada na Figura 2.7. A mais extensa dessas áreas localiza-se a leste da cidade de Piracuruca, ao longo do rio Catarina. O rio Longá está encaixado cerca de 3 m no seu leito, formando planície fluvial somente a 6 km da sua confluência com o rio Parnaíba, próximo ao povoado de Caixingó.

Nas proximidades da confluência dos rios Longá-Parnaíba, localizam-se lagoas estreitamente influenciadas pelo regime fluvial daqueles cursos. Conseqüentemente formam-se pequenas planícies fluvialacustres, não mapeadas nesta escala, destacando-se

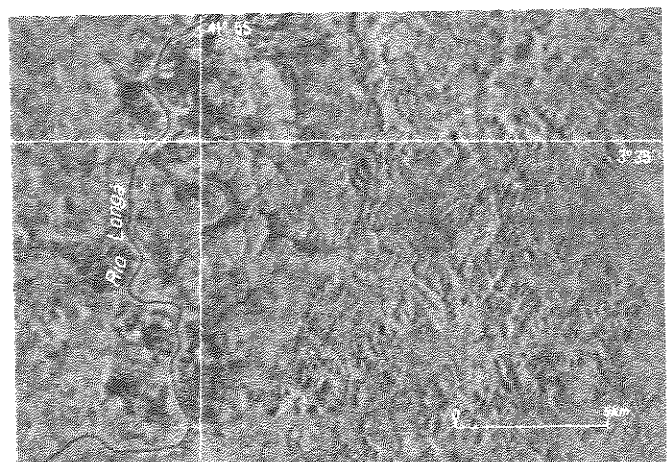


Fig. 2.7 — Área de acumulação inundável às margens do rio Longá.



como a mais importante aquela que bordeja a Lagoa de Buriti dos Lopes. Os solos Concrecionários, Litólicos, Podzólicos Vermelho-Amarelos e Areias Quartzosas predominam nas associações, sob uma área de tensão ecológica, onde predomina Savana/Estepe/Floresta Estacional.

O clima dominante nesta unidade é marcado pela ocorrência de uma estação seca que abrange o período de julho a dezembro e por uma estação chuvosa que se estende pelo primeiro semestre do ano. O posicionamento da escarpa leste da serra da Ibiapaba face ao deslocamento dos ventos dá ensejo à ocorrência de um "brejo" de altitude que se estende de sul para norte numa faixa que não ultrapassa 15 km. A distribuição das chuvas é feita de forma mais ou menos regular durante a estação chuvosa, sendo a área de Viçosa do Ceará a que apresenta maior deficiência hídrica com totais máximos não ultrapassando 1.000 mm. Para sul além de haver uma melhor distribuição os totais superam 1.500 mm. Para oeste as condições climáticas contrastam inteiramente com o que foi observado na encosta de barlavento. Voltam, portanto, a prevalecer as características de semi-aridez com deficiências hídricas mais agudas.

#### 2.4.4 — Planaltos Residuais

Representam relevos residuais de extensões variadas que quebram de quando em quando a continuidade da Superfície Sertaneja distribuindo-se sempre a leste da serra da Ibiapaba.

Características comuns podem ser ressaltadas, de modo a considerá-las numa mesma unidade geomorfológica; destacando-se entre outras as seguintes: dissecação em formas de topos aguçados a11, a13, a22, a23, a24, a33 e pequenas manchas disseçadas em formas convexas c21 e c22; litologias cristalinas com rochas predominantemente metamórficas e mais raramente intrusivas; associações de solos marcados pela ocorrência de Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Litólicos e Afloramentos Rochosos; vertentes de barlavento voltadas para leste; drenagem densa de padrão dendrítico; revestidas por Floresta Secundária; áreas preferenciais para lavouras oferecem problemas de natureza conservacionista em face dos desmatamentos efetuados, que têm contribuído para aceleração dos processos erosivos.

Visando a uma sistematização do estudo com base no critério altimétrico, consideraram-se dois grupos: o primeiro envolve os relevos com altitudes superiores a 700 m e o segundo com níveis variáveis entre 300 e 700 m.

— Planaltos Residuais do primeiro grupo: Serras da Aratanha e Maranguape, Serra da Uruburetama e Serra da Meruoca.

— Planaltos Residuais do segundo grupo: Serras das Danças, Juá-Conceição e Camará e outros residuais.

##### 2.4.4.1 — Serras da Aratanha e Maranguape

A serra da Aratanha localiza-se a oeste da cidade de Pacatuba, com continuidade para sul na Folha SB.24 Jaguaribe. O relevo é representado por formas aguçadas a22 de orientação SO-NE e altitude máxima de 775 m. Essa orientação exerce controle sobre a drenagem intermitente.

O contato desta subunidade com a superfície pediplanada (Ep) se faz de modo abrupto, verificando-se desníveis bem pronunciados que atingem até 200 m (Est. 2.III B). Os *inselbergs* são pouco frequentes em sua periferia e atingem no máximo 90 m de altura.

O relevo da serra de Maranguape constitui-se de uma crista principal com direção NE-SO, com 800 m de altitude e cerca de 8 km de extensão, de onde partem lateralmente as dissecações em formas aguçadas a23. Esta crista mais elevada desaparece na parte centro-sul da serra, onde no entanto persistem as formas aguçadas, apresentado no flanco noroeste um aspecto mais entalhado, apesar de receberem o mesmo índice.

O contato com a superfície de aplainamento é gradual, sendo que na parte sul é precedido de numerosos *inselbergs* de variadas dimensões.

São constituídas de rochas pertencentes ao Complexo Nordeste, apresentando principalmente migmatitos e núcleos de granitóides. Sobre estas rochas, que afloram nos locais de declive mais íngremes desenvolvem-se solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos que abrigam uma Floresta Secundária Estacional Semidecidual. A serra da Aratanha dentre todos os outros Planaltos Residuais é a que preserva maior extensão da floresta primitiva.

A pluviosidade anual, em face da proximidade do litoral, atinge totais variáveis entre 1.000 e 1.250 mm, sendo a estação chuvosa restrita ao período compreendido entre janeiro e junho.

##### 2.4.4.2 — Serra da Uruburetama

Localiza-se na parte centro-oriental da Folha SA.24 Fortaleza a oeste do rio Curu, ocupando uma área de 920 km<sup>2</sup> e corresponde ao maior compartimento dentre os relevos incluídos na unidade dos Planaltos Residuais. A amplitude altimétrica é significativa, com máximas de 1.000 m, o que confere uma dissecação em que predominam as formas aguçadas a23 e a24. Ao norte da vila de Baixa Grande o relevo é mais compacto, com altitude média de 850 m, sendo entalhado por vales profundos e de encostas íngremes com sentido preferencial NO-SE. A leste, norte e sudeste da serra as formas aguçadas são de um modo geral mais homogêneas e as altitudes decrescem para cerca de 600 m, mantendo o direcionamento NO-SE, cortadas por inúmeros vales em sentido transversal.

Na parte sul a feição difere um pouco do restante do conjunto, onde os relevos mostram-se mais distanciados uns dos outros, tendo, no entanto, as mesmas dimensões de interflúvios e entalhe de drenagem a24 (Fig. 2.8). Duas áreas de formas disseçadas a23 encontram-se ao sul das cidades de Itapipoca e a norte de Irauçuba.

Os rios Itapajé, São Joaquim e os riachos do Oratório e da Trompa, ao sul da cidade de Itapajé, assim como o rio Angelim, ao norte da cidade de Uruburetama, e o riacho Saco Verde, a leste de Irauçuba, correm em planícies alveolares, mapeadas como pedimentos (Epd), de grande fertilidade, constituídas por sedimentos aluviais-côlvias. Inúmeras passagens de pedimentação penetram entre os esporões da serra, destacando-se o vale do rio São Joaquim a leste de Irauçuba, no nível de 160 m.

Foram assinalados relevos residuais isolados, ou grupos deste, em torno da serra, sendo maior a concentração na parte sudoeste.

A drenagem tem o padrão retangular próximo a Baixa Grande e dendrítico no restante, sendo os rios Itapajé, São Joaquim e Angelim os mais importantes.

A litologia é pré-cambriana, pertencente ao Complexo Nordeste onde predominam os migmatitos e núcleos de granitóides. Nos vales interiores é possível observarem-se vertentes sulcadas por caneluras, principalmente nos setores mais ressequidos como Irauçuba.

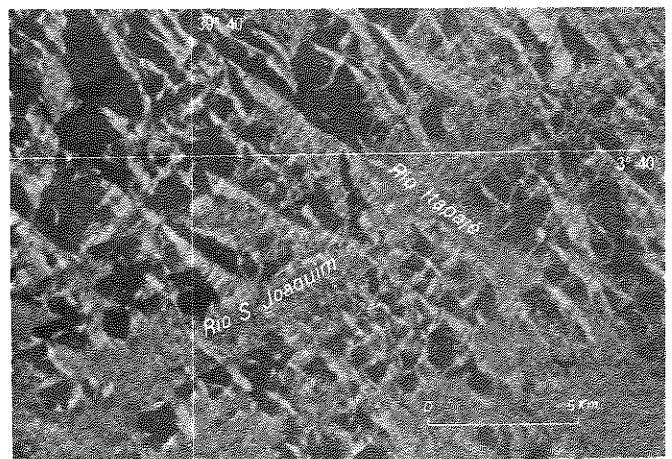


Fig. 2.8 — Serra da Uruburetama.



Na vertente oriental as chuvas orográficas condicionam a formação de um "brejo de altitude", onde os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos predominam em associação com os Litólicos. Estes prevalecem juntamente com os afloramentos e gigantescos matacões à medida que os declives se tornam mais íngremes.

Do revestimento vegetal primário restam áreas demasiadamente restritas, tendo se estabelecido uma vegetação de Floresta Secundária. No setor nordeste, na área do "brejo" propriamente dito, a tônica é a cultura de banana, que só chega a ser substituída por culturas de subsistência à medida que os efeitos das chuvas orográficas já não se fazem sentir.

#### 2.4.4.3 — Serra da Meruoca

Situa-se a oeste do rio Acaraú e tem o formato aproximado de um losango. Apresenta-se dissecada em formas de topo aguçado com diferentes intensidades de aprofundamento da drenagem, predominando as de tipo a24 que ocorrem na faixa central e no extremo sul. Na parte leste localizam-se os blocos de relevos mais compactos com vales profundos e cotas de até 990 m de altitude.

A Superfície Sertaneja estende-se até o interior desta subunidade, através dos vales dos riachos Gabriel e do Boqueirão. Este último localiza-se na parte central da serra no nível de 180 m, apresentando o fundo chato e colmatado por sedimentos coluviais e aluviais. Secciona a serra em dois setores bem individualizados do ponto de vista ecológico, denominados neste relatório de serra da Meruoca norte e sul (Fig. 2.9).

A parte norte da serra da Meruoca está dissecada em formas aguçadas do tipo a13, com vales em "V" e encostas bastante ravinaçadas, sendo os vales preenchidos por material de natureza coluvial oriundo das vertentes íngremes.

Ao sul da cidade de Meruoca é muito comum a ocorrência de vales pedimentados e alvéolos que, pela fertilidade natural dos solos, oferecem condições propícias à atividade agrícola.

A exemplo da serra da Uruburetama, a serra da Meruoca pouco conserva do revestimento primário, restando como testemunho apenas o babaçu disseminado por toda a faixa úmida representativa do "brejo de altitude".

A serra da Meruoca a sul apresenta formas de dissecção com o mesmo índice daquelas constatadas na parte norte da serra. Entretanto, as feições morfológicas se tornam diferenciadas pelo rebaiamento dos topos, pela menor amplitude entre os fundos dos vales e as linhas de cumeadas do relevo e pela diminuição progressiva das precipitações, o que resulta na pequena espessura dos solos e na maior frequência de vertentes recobertas por matacões. Não é notada a presença de espécies de floresta ombrófila, como o babaçu.

Na altitude de 600 m, à semelhança do que ocorre na parte norte da serra da Meruoca, muitos vales apresentam-se pedimentados e assumem importância agrícola superior às áreas de encostas.

A serra como um todo constitui um *stock* granítico que se apresenta como massa intrusiva influenciada por falhamentos, conferindo o aspecto geométrico que a caracteriza.

A estação chuvosa se estende de janeiro a junho, atingindo 1.400 mm anuais na encosta de barlavento e no topo da parte norte da Meruoca. Os solos em ambos os setores são Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos. A drenagem tem padrão dendrítico com pequenos cursos de regime intermitente.

#### 2.4.4.4 — Serras das Danças, Juá-Conceição e Camará

Estas serras foram englobadas em um só conjunto devido às semelhanças existentes entre elas, com o objetivo de não compartimentar excessivamente as unidades geomorfológicas.

Estão localizadas a oeste e noroeste da serra de Maranguape, sendo constituídas por blocos de relevos isolados pela Superfície

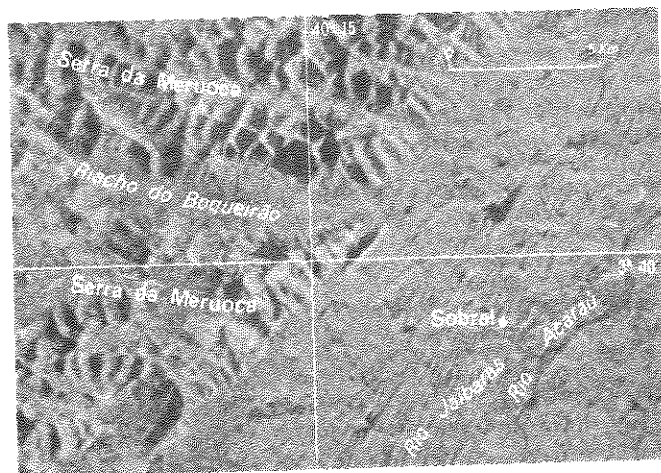


Fig. 2.9 — Serra da Meruoca.

Sertaneja. O sentido geral é NNE-SSO, à exceção da serra do Camará, que tem a orientação N-S. As altitudes mais elevadas estão na serra do Juá com o máximo de 648 m enquanto nas outras a média altimétrica é de 350 m.

Esta subunidade é a que tem maior proximidade com o oceano Atlântico, estando a serra do Camará a cerca de 4 km de distância do litoral.

As serras da Conceição e Juá apresentam-se paralelas e são as que possuem o relevo de maior extensão de interflúvio com até 3 km e entalhe de drenagem forte (a34). As de menor índice de entalhe a23 são os serrotes das Pedreiras, Salgadinho, Bico Fino, Ipueiras, Cajazeiras e as serras das Danças e do Camará, esta última marcada por uma escarpa de falha no flanco oriental.

O serrote Preto, ao norte da serra das Danças, destaca-se do conjunto pela sua forma circular de topo aplainado, com altitude máxima de 421 m, tendo sido mapeado com o símbolo de estrutura circular elevada.

O contato com a Superfície Sertaneja é gradativo e em rampa, com um desnível de 100 m em cada uma das serras, sendo que as do Juá, Conceição e das Danças possuem *inselbergs* em sua periferia. A litologia destas serras está associada ao Complexo de Granja com maior ocorrência de migmatitos. A vegetação nas serras do Camará, Juá e Conceição é Floresta Secundária Estacional Semidecidual. Nos outros relevos residuais surge a Estepe Arbórea Densa. Os solos são muito rasos e foram classificados como Litólicos. Apesar de menor altitude apresentam condições climáticas semelhantes às das serras de Aratanha e Maranguape.

#### 2.4.4.5 — Outros residuais

Uma série de relevos residuais encontra-se disseminada por toda a extensão da área mapeada, com máximo de concentração ao norte da serra da Meruoca e ao sul da serra da Uruburetama. Destacam-se, em continuidade espacial de leste para oeste, aqueles ao sul do rio Caxitoré, com uma série de formas aguçadas a12 e a23, notadamente a serra das Vertentes, o serrote da Cruz e serrote Boqueirão. Ao sul de Irauçuba uma série de dissecados (a23) se estende em direção à Folha SB.24 Jaguaribe, como a serra Santa Lúcia.

Ao norte da serra da Meruoca os relevos distribuem-se ao longo das grandes falhas locais de direção NNO-SSE como as serras do Cedro, da Goiana e os serrotes dos Picos e do Gavião, em formas de dissecção do tipo a13. Nesta mesma região sobressaem as serras do Tucunduba, próximas ao auge de mesmo nome, com dissecados a22; a serra da Gurguéia com a forma de crista assimétrica; e a serra do Mucuripe que forma uma sinclinal topograficamente elevada.

da com eixo voltado para sudoeste e apresenta-se dissecada em formas aguçadas (a33), com altitudes máximas de 671 m.

As serras do Penanduba e Carnutim, entre a serra da Meruoca e o Planalto da Ibiapaba, apresentam-se com pequenas extensões espaciais, mas com altitudes de até 700 m, sendo que nesta última pode-se observar um patamar aplainado no nível de 400 m, assinalado no mapa geomorfológico como tabular erosivo (Et). A serra da Barriga, a leste da cidade de Sobral, representa um *stock* granítico dividido em duas partes, uma delas assinalada com o símbolo de crista e a outra dissecada em a12.

A serra da Timbaúba também deve ser mencionada por ser uma sinclinal topograficamente elevada com eixo voltado para nordeste e os flancos dissecados em formas aguçadas a12.

A litologia predominante desses relevos é de rochas migmatíticas e os solos Litólicos prevalecem em larga escala. A cobertura vegetal predominante é a Estepe Arbórea Aberta, sendo que nas serras do Mucuripe, do Carnutim, Penanduba e Timbaúba aparece a Floresta Secundária Estacional Semidecidual.

Quanto à drenagem, apenas pequenos riachos intermitentes têm nascentes localizadas nestes relevos.

## 2.5 — EVOLUÇÃO DO RELEVO

### 2.5.1 — Condicionamentos estruturais

O arcabouço estrutural da área é constituído por blocos consolidados em vários ciclos no Pré-Cambriano e caracterizado pelos grandes falhamentos como os de Itacolomi e Maranguape orientados para NE, que corresponde às serras de São Joaquim e Maranguape respectivamente, onde se desenvolveu uma série de unidades litotestruturais, afetada por diferentes graus de metamorfismo. O período formacional destes blocos corresponde ao estágio de transição, que Almeida (1969) considerou como principal bacia a do Jaibaras. Trata-se, segundo o autor, de uma bacia intermontana, limitada por falhas preenchidas por duas formações separadas por discordância angular. O magmatismo que precedeu a deposição da formação superior, além de formar derrames e intrusões, originou plutões de granitos do tipo Meruoca.

No Siluriano Inferior começam a ser depositados os constituintes da formação basal da bacia do Parnaíba (Formação Serra Grande). Esta bacia, compreendida no estágio de estabilização (Almeida, 1969), apresenta evidências estratigráficas de sucessivas transgressões e regressões marinhas, além de ingressões episódicas que perduraram até o Carbonífero Inferior, quando passaram a prevalecer condições continentais nos períodos geológicos subsequentes. Os sedimentos pertencentes à sinéclise recobriram uma área superior aos limites atuais, tendo se verificado um recuo progressivo do escarpamento a partir de processos de pediplanação. A evidência deste recuo é comprovada pela ocorrência de arenitos da Formação Serra Grande na área de Santana do Acaraú e a leste de Pacujá.

A partir do Jurássico Superior, uma série de eventos diastróficos acompanhados de ascensão do magma condicionou o estágio de reativação caracterizado por Almeida (1969) sob a denominação de "reativação Wealdeniana" (Almeida, 1967) que perdurou até o Cenozóico Superior. A reativação das falhas transcorrentes pré-cambrianas afetou as rochas do embasamento, assim como toda a seqüência paleozóica, sendo notada principalmente nas áreas da cidade de Granja e na parte norte da serra da Ibiapaba, onde são intensos os diaclasamentos (Costa *et alii*, 1973).

Nesta fase, com a alteração do nível de base geral, inicia-se a destruição da cobertura sedimentar da bacia do Parnaíba e a exumação das superfícies pré-silurianas (Costa *et alii*, 1973). No Cretáceo Superior novas manifestações da reativação atingem o continente, atuando no Nordeste sob a forma de arqueamento do escudo (Ab'Saber, 1956 *apud* Caldaso, 1978) e que provocaram uma inclinação na bacia sedimentar do Parnaíba para norte e para oeste (Caldaso, 1978), condicionando a aceleração dos processos degradacionais e o conseqüente recuo da encosta da serra da Ibiapaba, submetendo toda a área a um processo de pediplanação que

ainda pode ser observado através de blocos de arenito rolados, encontrados a distâncias de até 5 km da escarpa da serra da Ibiapaba (Est. 2.IV A).

Nesse sentido, a borda da bacia esteve submetida aos processos de circundesnudação periférica engendrados pela morfogênese mecânica. O fato de se encontrarem áreas testemunhas do arenito da Formação Serra Grande na depressão periférica, próximo à cidade de Santana do Acaraú, e assinaladas no mapa geomorfológico como *inselberg*, leva a supor o acentuado recuo sofrido pela escarpa da serra da Ibiapaba e a conseqüente exumação de uma antiga superfície, sugerindo a eversão, referida por Ab'Saber (1960 b).

O Terciário Superior encerra a última fase de reativação da crosta com novo soergimento do continente (Caldaso, 1978). A partir do Pleistoceno, os efeitos tectônicos passam a ter uma influência restrita no relevo e os processos morfoclimáticos assumem maior significado para a evolução do modelado regional.

Na Folha SA.24 Fortaleza o relevo compõe-se de formas conservadas aplainadas com residuais destas como relevos tabulares estruturais e erosivos, *inselbergs* e dissecados com topos aguçados, convexos e tabulares. Estes relevos, identificados segundo padrões de imagem de radar, apresentam aspectos diferenciados por terem sido esculpido em áreas de litologias distintas pertencentes à bacia sedimentar do Parnaíba, aos Grupos Ubajara, Jaibaras, Barreiras e ao Complexo Cristalino.

### 2.5.2 — As superfícies de aplainamento

Os relevos residuais tabulares estruturais sobre a serra da Ibiapaba representam os resquícios da mais antiga superfície de aplainamento nordestina, a partir da qual se desenvolveu no reverso da serra, num nível aproximado de 750 m, o Pediplano Pliocênico (Andrade, 1968). Este está associado ao topo dos Planaltos Residuais por critérios altimétricos, pelo posicionamento em relação às superfícies interplanálticas e por condições morfoclimáticas. A partir do Mioceno-Plioceno Inferior, segundo Mabeoone (1975), perduraram condições climáticas de semi-aridez capazes de pediplanar extensas áreas. Durante o Plioceno-Pleistoceno vigoraram condições climáticas semi-áridas interrompidas por período úmido, propiciando a elaboração de dois níveis de aplainamento. O mais antigo compreende atualmente as cristas nas circunjunções da cidade de Sobral, as formas de topos convexos, aguçados e cristas estruturais próximos às cidades de Granja e Chaval, as serras da Gameleira, São Joaquim, Dom Simão e Timbaúba, pequenos relevos tabulares erosivos (Et) e *inselbergs* nas proximidades do rio Longá, e a superfície pediplanada (Ep) na região de Cocal (Fig. 2.10).

A superfície de piso, preservada presentemente pela semi-aridez, moderada, representa o evento de maior significação espacial da morfologia regional, abrangendo 61% da área mapeada. A inexistência de pedimentos embutidos comprova a larga permanência de condições semi-áridas durante o Pleistoceno Médio e Superior, quando possivelmente sob os efeitos de chuvas terciárias típicas de climas mais secos verificou-se expansão da superfície de piso. Estas evidências confirmam a hipótese levantada por Andrade (1968) de que a superfície pediplanada do Pleistoceno seria a superfície de piso do norte do Ceará e Piauí. Desta forma admite-se que a Superfície Sertaneja e a área ocidental do Planalto da Ibiapaba apresentam duas fases distintas: uma no Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior, representada no mapeamento pelos relevos dissecados principalmente em formas aguçadas a leste do rio Acaraú, convexas a oeste do rio Acaraú e a superfície conservada na parte oeste da Folha SA.24 Fortaleza; outra do Pleistoceno Médio e Superior mapeada com a letra-símbolo Ep e apresentando como diferença apenas os níveis altimétricos de pequena amplitude. Climas úmidos parecem ter atuado nos períodos que precederam a elaboração das superfícies interplanálticas, do contrário a drenagem dificilmente assumiria as características de exorreísmo observadas no presente, que se associam a paleoclimas que remontam ao Terciário Inferior (Ab'Saber, 1949). Da mesma forma a existência de baixos terraços mantidos por cascalheiros com material de pequeno a médio calibre e compostos por quartzos, quartzito e feldspato, como

se verifica próximo ao rio Acaraú, no rio Anil e próximo à cidade de Martinópolis, se liga ao desenvolvimento da atual superfície de piso (Fig. 2.10).

Quanto aos depósitos correlativos destas superfícies admite-se que sua identificação implica numa pesquisa sistemática, interdisciplinar e de maior detalhamento. O material que pode ser relacionado com as superfícies de cimeira foi retirado dos ambientes de deposição após as últimas fases da reativação Wealdeniana, o que propiciou a remoção generalizada dos clásticos pelas enxurradas e pelo transporte fluvial, em face da regressão marinha. Os períodos resistásticos que se seguiram propiciaram a elaboração das superfícies de aplainamento interplanálticas às quais se correlacionam os sedimentos do Grupo Barreiras. Foi possível observar os depósitos subliorâneos nas falésias de Iparana, Paracuru e Camocim formados por sedimentos continentais pertencentes ao Grupo Barreiras.

Estes sedimentos podem ser observados com maior ou menor dificuldade ao longo de toda a faixa litorânea e sublitorânea, a distância de até 50 km da costa. Coalescem com o aplainamento mais recente sem ressaltos topográficos visíveis, dispostos em discordância sobre o embasamento cristalino, com espessura não superior a 80 m, segundo Braga *et alii* (1977). Formam um vasto pedimento detrítico que se inclina suavemente para o litoral com declives que não ultrapassam 5°, atualmente dissecado em relevos com topo tabular (t41), embora a partir da margem direita do rio Curu e próximo ao delta do rio Parnaíba a pequena incisão da drenagem e a extensão dos interflúvios, acima de 12 km, não justifiquem a inclusão desses setores entre as superfícies dissecadas.

As condições de resistasia também são responsáveis pelo carreamento e deposição de matacões areníticos e quartzíticos de diâmetro superior a 30 cm, constatados a uma distância de 5 km da escarpa da Ibiapaba (Est. 2.IV A) sobre a Superfície Sertaneja recente.

Assim, pode-se observar que o relevo da Folha SA.24 Fortaleza denuncia traços evidentes de uma evolução morfoclimática comandada por processos erosivos condicionados por climas secos. A extensão das superfícies pediplanadas (Ep), revestidas presentemente por Estepes, leva a crer que períodos de climas agressivos em épocas resistásticas perduraram durante grande parte do Cenozóico. As fases de desmonte das superfícies de aplainamento resultaram essencialmente dos períodos úmidos que condicionando uma morfogênese química imprimiram uma evolução a partir dos processos de dissecção. Nas fases resistásticas que se sucederam a tais condições, passava a vigorar uma evolução comandada pelos processos de pedimentação, responsáveis diretos pelo atual quadro das superfícies de aplainamento escalonadas.

### 2.5.3 — Evolução das formas litorâneas

Observado na imagem de radar, o litoral da Folha SA.24 Fortaleza apresenta aspectos diferenciados que permitem a identificação de setores bem homogêneos, conforme abordagem feita no capítulo referente às unidades geomorfológicas.

A presença de falésias esculpidas em sedimentos do Grupo Barreiras sugere que movimentos epirogenéticos de pequena amplitude tiveram lugar neste trecho do litoral. Exemplos destas falésias podem ser observados nas praias de Iparana, Paracuru, Jericoacoara e em Camocim, onde podem ser distinguidas diversas etapas de deposição destes sedimentos. A regularidade de cada trecho é alterada pela presença de pontas constituídas de rochas mais resistentes como quartzito em Iguape e Jericoacoara, rochas sedimentares areníticas em Pecém e Mundaú ou lateritas em Mucuripe.

No trecho noroeste da Folha, destaca-se o delta do rio Parnaíba como elemento de maior significação geomorfológica. Localizado num setor da costa que se dispõe no sentido leste-oeste, o delta revela influências de processos ligados à acumulação fluvial (Apf) e fluviomarinha (Apfm), respectivamente nas partes inferiores e nas arestas. Embutida entre sedimentos do Grupo Barreiras, a área deltaica desenvolveu-se a partir da colmatagem de um raso golfo pleistocênico (Moreira, 1977) resultante da última transgressão.

Com a fase de regressão que se seguiu houve o avanço progressivo da sedimentação com o conseqüente assoreamento do golfo. A carga de sedimentos que tornou possível o entulhamento teve contribuição marcante do rio Longá, que corresponde ao principal tributário do Baixo Parnaíba.

A drenagem da área deltaica revela um padrão anastomótico em face da deposição fluvial em processo, com um gradiente praticamente nulo de escoamento que facilita a obstrução de canais e a posterior abertura de novos caminhos para o escoamento. Este fato justifica a ramificação generalizada da drenagem e o acentuado meandramento dos pequenos canais. As feições do delta não chegam a ser influenciadas apenas pela dinâmica fluvial, devendo-se ressaltar a ação eólica, sobretudo na parte periférica, onde ocorrem dunas, predominando as de orientação NE-SO. O interior do delta é constituído por mangues e pela presença extensiva de uma mata de carnaubais que reveste os solos desenvolvidos a partir dos sedimentos holocênicos.

No trecho a leste do delta até a ponta de Jericoacoara, uma série de desembocaduras alargadas em rios de pequena descarga e a presença ainda marcante das marés denunciam a ocorrência de fenômenos subatuais sob a forma de transgressão marinha. O pequeno alargamento dessas desembocaduras e a curta extensão com relação ao litoral atual sugerem que nesta região a elevação do nível do mar foi de pequena amplitude, não tendo se verificado os afogamentos em forma de rias de modo tão generalizado como no litoral maranhense.

Atualmente a competência irrelevante dos cursos de água para a deposição impediu a colmatagem destas reentrâncias marinhas, onde apenas no estuário do rio Timonha-Ubatuba chega a se evidenciar uma "coroa" fluvial que constitui a ilha grande. A influência marinha é destacável nas desembocaduras fluviais, onde se estabelece a vegetação de mangue. A suavização do perfil longitudinal dos rios próximos ao mar e a chegada de material transportado em épocas de maior descarga produziram efeitos de sedimentação combinada que deram origem às planícies fluviomarinhas e ao delta do rio Acaraú. Os rios de menor descarga têm as suas desembocaduras barradas pelas dunas no litoral, provocando um certo meandramento dos canais nas épocas de chuvas. Desta maneira a formação desta parte e do delta do Parnaíba são contemporâneos.

Por toda extensão da costa estendem-se cordões arenosos com largura variável. As dunas fixas, edafizadas, com horizonte A desenvolvido, encontram-se principalmente nas pontas de Iguape, Pecém, Jericoacoara e na praia de Luiz Correia. Quando observadas na imagem de radar, possuem em alguns casos aspectos diferenciados quanto à forma, entretanto, como a imagem não oferece condições de distingui-las de dunas móveis, optou-se por uma representação cartográfica que englobasse os diversos tipos de dunas. Sobre os sedimentos do Grupo Barreiras observou-se uma camada arenosa de até 1 m de espessura, que aumenta à medida que se aproxima do litoral, em contato com as dunas fixas e edafizadas. Esta cobertura provavelmente é testemunho de uma faixa dunar formada antes da última transgressão que foi remobilizada, rebaixada e espalhada pela superfície aplainada do interior, à medida que se efetuava o avanço do mar.

Após a última transgressão a atuação dos ventos de leste remobilizou os depósitos arenosos, formados sobre a parte então descoberta da plataforma submarina, para a superfície litorânea, constituindo as dunas atuais, que tiveram importância fundamental na regularização de alguns trechos do litoral, barrando as embocaduras de cursos de água, notadamente entre a ponta de Jericoacoara e o delta do Parnaíba, onde se evidencia o setor de "rias". A colonização da vegetação do interior para o litoral fixou a maior parte delas, ficando sujeitas à ação somente aquelas muito próximas ao mar.

Na localidade de Lagoa das Velhas, próximo a Mundaú, e na praia de Coqueiro em Luiz Correia, observou-se uma série de dunas fixas sem nenhuma vegetação protetora. Sua fixação deve-se a um capeamento arenítico de cimento calcário, de origem orgânica, sendo intensa a presença de fragmentos de conchas. A espessura aproximada desse capeamento é de 10 cm. Este tipo de dunas

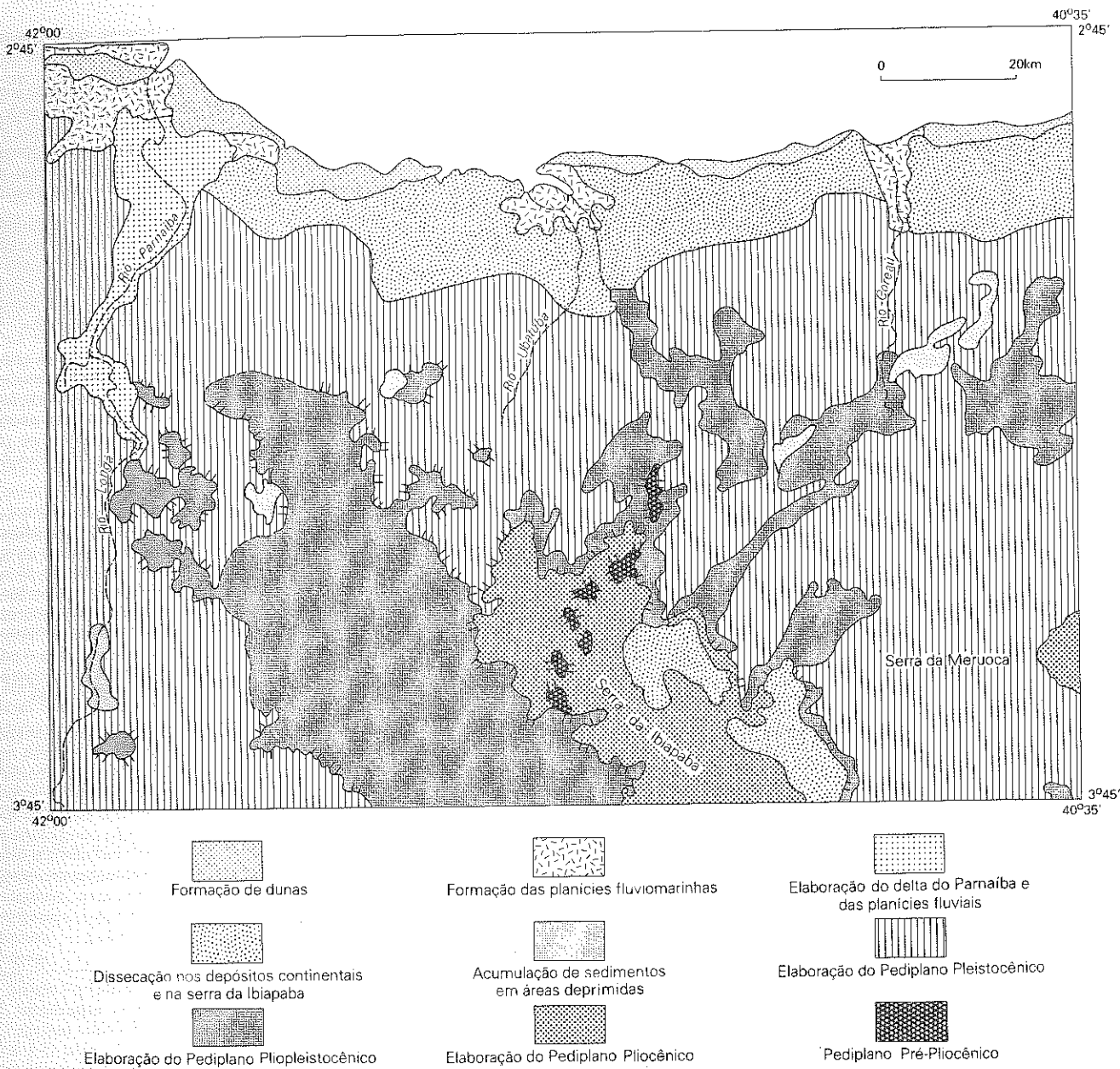


Fig. 2.10 - Etapas da evolução geomorfológica.

encontra-se disseminado entre as dunas móveis, sugerindo a necessidade de pesquisas sedimentológicas que possam conduzir a uma interpretação mais fidedigna a respeito de sua formação.

#### 2.5.4 - Morfogênese atual

Os domínios morfoclimáticos atuais e as faixas de transição constituem as principais evidências da evolução integrada da paisagem ao longo da história cenozóica recente. Com base nos critérios propostos por Ab'Saber (1970), observa-se que a maior parte da área de abrangência da Folha SA. 24 Fortaleza está compreendida nas áreas nucleares do Domínio das Depressões Intermontanas e Interplanálticas Semi-Áridas do Nordeste, revestidas por diferentes tipos de Estepe. Por outro lado surgem freqüentemente as áreas contrastantes com as áreas nucleares características cujas condições ecológicas

devem ser mencionadas: como os "brejos" ou as "ilhas de umidade" revestidas por florestas. Acrescentam-se ainda as faixas transicionais situadas geralmente entre as áreas nucleares.

Sob tais condições, identificaram-se para o presente estudo quatro setores bem individualizados do ponto de vista morfoclimático (Fig. 2.11):

- Domínio das Estepe em Superfícies de Aplainamento Interplanálticas;
- Enclave de Florestas em Planaltos Residuais;
- Faixa de Transição Estepe - Savana em superfície de Aplainamento; e
- Faixa das Formações Pioneiras Litorâneas.

No Domínio das Estepe em Superfície de Aplainamento Interplanálticas a morfogênese atual é diretamente condicionada pela



semi-aridez. Trata-se, portanto, de áreas onde predomina a morfogênese mecânica, com fraca decomposição química das rochas; solos de pequena espessura e constantes afloramentos rochosos; recobrimento de grande parte da superfície por pavimentos e paleopavimentos detriticos; drenagens intermitentes; ocorrência de *inselbergs* nos locais em que a erosão seletiva atuou de modo pronunciado; presença freqüente de *bajadas*. São características da unidade geomorfológica denominada Superfície Sertaneja.

A grande extensão das áreas de acumulação inundáveis (Aai), principalmente ao norte e sudoeste da serra da Uruburetama sendo atualmente abertas pela drenagem, demonstra que os efeitos da pediplanação se fazem sentir de modo significativo. São formas típicas de superfícies aplainadas interpretadas como *bajadas*, apresentando-se parcialmente cobertas por uma lâmina de água na estação chuvosa. A natureza do terreno tem estreita conotação com o surgimento das formas, uma vez que os Planossolos e os Regossolos constituem os solos mais representativos das mesmas e a drenagem nos perfis é extremamente dificultada pelo horizonte superficial impermeável. As *bajadas* estão relacionadas com a dinâmica atual, porque o material que as preenche depende da ação do escoamento difuso e em lençol. O poder de remoção destes processos é ampliado nos locais em que a Estepe não tem condições de proteger a superfície contra os efeitos das chuvas concentradas.

Como formas deposicionais associadas à dinâmica moderna, acrescentam-se as planícies fluviais.

A incisão da drenagem na Superfície Sertaneja é muito fraca, mesmo na área de sedimentos do Grupo Barreiras, devido aos regimes fluviais influenciados pela semi-aridez, o que justifica a pequena amplitude altimétrica entre os talvegues e os interflúvios (Est. 2.IV B). Assim, a drenagem não chega a desenvolver vastos setores de planícies aluviais quando as rochas encaixantes são do embasamento cristalino. O mesmo não se verifica nos baixos cursos dos rios quando estes atingem os sedimentos do Grupo Barreiras, onde a largura das planícies ultrapassa a 3 km, a exemplo do rio Curu. O material transportado por estes rios é de natureza arenosa e montante. À medida que entalham sedimentos cenozóicos e que o gradiente fluvial é atenuado, passa a predominar o transporte de limos e argilas, depositados antes de atingirem o oceano, formando-se ilhas de grande comprimento como as do rio Acaraú (Est. 2.V A). A drenagem de menor caudal, especialmente nos setores noroeste da

Folha SA.24 Fortaleza, nem chega a atingir o oceano, pois é barrada pelos cordões de dunas.

Apesar de o regime das chuvas ser irregular, condicionando uma pronunciada intermitência sazonal ao escoamento, a drenagem é extensivamente aberta para o mar, conferindo-lhe um caráter de exorreísmo. Portanto, a organização e hierarquização desta drenagem dependeram de condições climáticas mais úmidas do que as atuais e que foram responsáveis pela esculturação dos vales atuais.

Nos anos de maior escassez pluviométrica os rios têm caráter esporádico e se assemelham aos *ueds*. Nos anos de chuvas excepcionais em que o deflúvio é ampliado, o nível das águas extravasa o leito menor, depositando o material em largas extensões das planícies. Nisto reside a própria desproporção entre a atual seção transversal dos leitos fluviais e a largura das planícies de inundação.

Nesta unidade destaca-se um mosaico de solos dotado de grande variabilidade, predominando os Podzólicos Vermelho-Amarelos, Regossolos, Planossolos revestidos por Estepe. Pelas condições morfodinâmicas estes solos são geralmente de espessura pouco significativa, ocorrendo constantemente em afloramentos de rochas ou *inselbergs* com vertentes desnudas e sulcadas por caneluras.

A ocorrência de processos, como o escoamento difuso e o escoamento areolar em lençol facilitados pela proteção pouco eficaz da vegetação, contribui para a manutenção das características da Superfície Sertaneja. Sob este aspecto, convém ressaltar que os processos vinculados à erosão pluvial, carreando os detritos no sentido dos fundos dos vales, atapetam os leitos fluviais, agravando conseqüentemente as enchentes e dificultando o escoamento normal. Acredita-se que tais condições morfogenéticas perduraram por longo período no Quaternário, com intervalos de climas mais rigorosamente secos ou com chuvas mais regularmente distribuídas.

No Enclave de Florestas em Planaltos Residuais a morfogênese atual assume um dinamismo contrastante com o que se observa no domínio anteriormente analisado. São verdadeiras áreas de exceção no contexto geral semi-árido. Compreendem tanto os Planaltos Residuais de litologia cristalina como o reverso imediato da serra da Ibiapaba de capeamento sedimentar. O tipo de litologia condiciona a dissecação do relevo, pois enquanto nos planaltos cristalinos a dissecação é feita em formas aguçadas, na área sedimentar os inter-

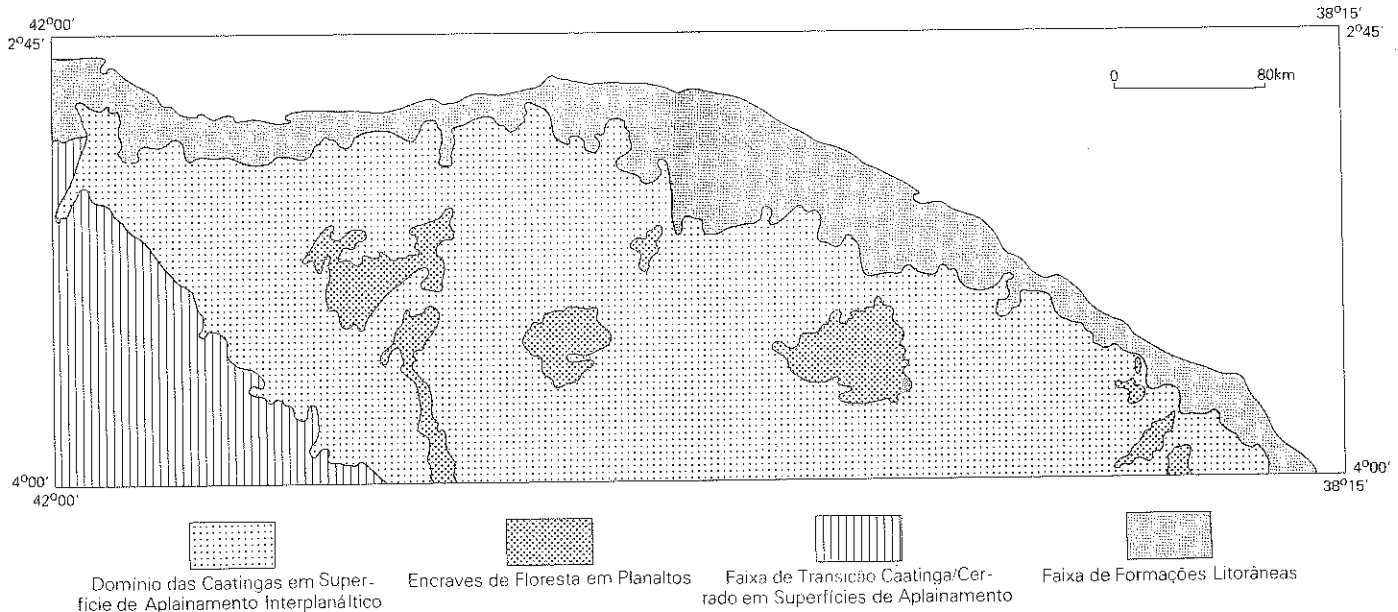


Fig. 2.11 - Unidades morfoclimáticas.

flúvios são tabulares. A característica comum decorre do predomínio da morfogênese química condicionada pelas chuvas orográficas que se verificam nas vertentes de barlavento. A rede de drenagem tem padrões dendrítico e subdendrítico nos Planaltos Residuais e paralelo no Planalto da Ibiapaba. Nos primeiros, o gradiente dos perfis longitudinais efetiva uma maior energia que justifica o elevado poder de ação hidráulica e de corrosão fluvial. Os vales são por esta razão em forma de V, notando-se constantemente, com a suavização do perfil longitudinal, a presença de vales pedimentados com fundo preenchido por sedimentos aluviais e coluviais, como os alvéolos nas serras da Meruoca e da Uruburetama. A morfogênese química dá ensejo à existência de um espesso manto de alteração das rochas onde os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos são então recobertos por Floresta Secundária. Com os desmatamentos verificados, são comuns a ruptura do equilíbrio morfogenético das vertentes e a ocorrência de processos de resistasia antrópica (Est. 2.V B). Nos declives mais íngremes a espessura do manto de alteração é diminuta, sendo comuns as vertentes com matações nos locais em que o sistema de diáclases é ortogonal, como é o caso das serras da Uruburetama e da Meruoca.

A Faixa de Transição Estepe/Savana em Superfícies de Aplainamento corresponde à área ocidental do Planalto da Ibiapaba onde as características da morfogênese atual se assemelham à da Superfície Sertaneja. A presença de camadas lateríticas sobre os solos, constatada ao longo da BR-343 (Est. 2.VI A), sugere uma influência recente de um clima com duas estações. Nota-se, apenas, uma atenuação dos processos erosivos em face da proteção exercida pela mancha de vegetação de Savana. O mosaico de solos apresenta-se também diferenciado, notando-se o predomínio dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, Litólicos, Concrecionários e Areias Quartzosas.

Na Faixa das Formações Pioneiras Litorâneas, as manifestações eólicas tornam-se efetivas pela acentuada mobilização do material arenoso com a conseqüente formação de dunas. Esta mobilização só é diminuída na época chuvosa pela maior compactação dos grãos de areia que freiam a deflação. Nesta faixa predominam os solos arenosos recobertos por vegetação pioneira que se estabelece à medida que se efetiva a pedogênese nas areias das dunas.

## 2.6 — APLICAÇÕES DA PESQUISA GEOMORFOLÓGICA

A área compreendida pela Folha SA.24 Fortaleza ocupa, no espaço nordestino, uma posição de destaque pelo fato de englobar uma das metrópoles regionais — Fortaleza, além de dois importantes centros regionais — Sobral no Estado do Ceará e Parnaíba no Estado do Piauí.

Sendo Fortaleza e Parnaíba cidades de grande importância regional, localizadas nos extremos da área mapeada, possibilitaram que as ligações rodoviárias implantadas cortassem a região no sentido geral E-O pela BR-222 e no sentido N-S pelas BR-020 e BR-343. Além destas, destacam-se quatro rodovias estaduais pavimentadas: CE-111, CE-135, CE-55 e CE-71. As estradas de ferro cortam a área nos sentidos E-O entre Fortaleza e Sobral, onde desviam em direção a Terezina e N-S ligando Parnaíba a Terezina. A comunicação aérea se faz através de dois bons aeroportos: o de Fortaleza e o de Parnaíba. A comunicação através de hidrovias é praticamente nula em face da intermitência dos regimes fluviais, à exceção do rio Parnaíba. A navegação marítima, apesar do extenso litoral, não tem expressão considerável em virtude da precariedade da infraestrutura portuária, onde apenas o porto do Mucuripe, em Fortaleza, tem capacidade para navios de até 10 m de calado. O porto de Camocim atende a barcos de pequeno calado e o de Parnaíba apenas a pequenas embarcações pesqueiras.

A atividade agrícola constitui-se um dos esteios da economia regional, apresentando-se diversificada em função das características do potencial ambiental. Na faixa sublitorânea, coberta pelos sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras, há uma densa ocupação através das lavouras de subsistência. As planícies fluviais que têm maior expressão à medida que os rios atingem estas áreas de sedimentos móveis são ocupadas não apenas pelas culturas de subsistência, como também por culturas comerciais como a cana-

de-açúcar no rio Curu. As áreas de serras, em face da melhoria das condições de umidade e de solos, constituem também importantes compartimentos onde a agricultura tem significado. Na Superfície Sertaneja onde as condições naturais são comandadas pela semi-aridez, as limitações à lavoura se impõem, dando ensejo ao predomínio da atividade agropecuária.

### 2.6.1 — Avaliação das formas de relevo

O mapa geomorfológico classifica as formas de relevo em 3 classes: Formas Estruturais, Formas Erosivas e Formas de Acumulação. As Formas Erosivas subdividem-se conforme a energia de erosão que nelas atua em Conservadas e Dissecadas. A legenda no mapa apresenta uma tabela de índice de dissecação, com valores de 1 a 5 que correspondem à ordem de grandeza das formas e à intensidade de aprofundamento da drenagem. A partir do mapeamento baseado nessas classes é possível estabelecer os tipos de relevos mais aptos para os diversos planejamentos setoriais. Esta análise procurará restringir-se ao enfoque geomorfológico.

As áreas de acumulação inundáveis (Aai) têm características distintas de conformidade com as duas estações que caracterizam o clima regional. Na época chuvosa, em decorrência de impermeabilidade dos solos, há o acúmulo de uma fina película de água e o desenvolvimento de um tapete herbáceo composto por gramíneas (Est. 2.II B). Os pastos naturais tornam portanto as áreas de acumulação inundáveis como preferenciais para o pastoreio extensivo. À medida que se estabelece a estação seca, há um ressecamento generalizado do solo e as gramíneas desaparecem ocasionando um aproveitamento sazonal das mesmas. As estradas secundárias que atravessam estas áreas merecem cuidados especiais de conservação, pois na época das chuvas tornam-se praticamente intransitáveis. As planícies fluviais (Apf) representam somente 2% da área mapeada; no entanto, sua importância é das maiores por serem dotadas de solos de boa fertilidade natural, onde a existência de água no subsolo contribui decisivamente para o adensamento da população. São áreas de intensa atividade agrícola, ao contrário do que se observa na superfície aplainada. O pequeno sulcamento proporcionado pela drenagem e a reduzida altura dos diques marginais favorecem as inundações que se constituem no principal empecilho à utilização da terra. Este fator limitante é porém atenuado pela torrencialidade dos regimes fluviais. No litoral dominam as dunas (Ad) tanto móveis como fixas, que devem ser conservadas em seu estado natural, pois trata-se de áreas com precário equilíbrio ecológico. Nos espaços interdunares existem lagoas (Est. 2.I B) com águas escuras e eventualmente com vegetação, cuja beleza paisagística pode ser explorada pelo turismo. As planícies fluviomarínhas (Apfm), também no litoral, precisam ser preservadas, tendo em vista a exploração salinera e por serem o habitat natural de crustáceos (Fig. 2.4).

A única forma estrutural mapeada é o relevo tabular estrutural (St) de topografia plana, ligeiramente inclinada para oeste com declive não superior a 5° (Fig. 2.6), delimitada por escarpas. A ocupação desses relevos pode ser dificultada devido ao acesso através de escarpas íngremes, com desníveis de aproximadamente 100 m.

Na região mapeada predominam as formas erosivas, as conservadas representam 58% da área e as dissecadas 31%. As formas mapeadas como grupamentos de *inselbergs* (Egi) caracterizam-se por serem relevos isolados com vertentes rochosas escarpadas (Fig. 2.5); e os relevos tabulares erosivos (Et) também são formas isoladas, com vertentes íngremes, mas apresentam o topo plano, assemelhando-se aos relevos mapeados como St. Neste mapeamento as duas formas oferecem condições desfavoráveis à ocupação. No entanto, à medida que o clima e os solos se tornam propícios os relevos tabulares não representam obstáculos à utilização, desde que sejam adotadas técnicas de manejo adequadas. A superfície pediplanada (Ep) caracteriza-se por uma área relativamente plana onde a topografia não constitui obstáculos à ocupação humana (Fig. 2.9). A natureza dos processos morfodinâmicos comandados pela semi-aridez acarreta o predomínio de solos rasos e de constantes afloramentos Rochosos, dificultando a ocupação agrícola feita de modo pouco racional e dependente da vulnerabilidade imposta pela incerteza da queda de chuvas, carecendo de uma tecnologia apropriada aos recursos naturais existentes, fatos que justifi-

cam a baixa densidade demográfica existente na Superfície Sertaneja.

As formas de dissecação são variadas, o que permite uma diversificação nos índices, cada qual com um tipo diferenciado de ocupação humana. O quadro de avaliação das formas de relevo dissecação da Figura 2.12 permite a sistematização destas formas e sua classificação. Sobre o eixo das ordenadas são colocadas as formas de dissecação em ordem de melhor aproveitamento e no eixo das abscissas os índices de dissecação indicados pelos de maior dimensão e menor aprofundamento de drenagem. Assim, as formas plotadas mais próximas do cruzamento dos eixos apresentam uma topografia mais fácil de ser ocupada. À medida em que se afastam desse cruzamento, o valor da forma diminui até que apresenta dimensões e declives que praticamente desaconselham qualquer aproveitamento (Fig. 2.8). A linha divisória define dois conjuntos que identificam os tipos de projetos de ocupação do relevo. O conjunto A, mais próximo do cruzamento dos eixos, presta-se para projetos agropecuários, expansão urbana e traçado de estradas. No conjunto B deve-se considerar o conhecimento adequado da morfologia, de modo a evitar problemas afetos à ruptura do equilíbrio morfogenético, com a conseqüente manifestação dos processos de erosão acelerada. Em grande parte, devido à fragilidade do equilíbrio morfológico, o ideal seria a preservação ambiental do conjunto.

### 2.6.2 — Limitações geomorfológicas ao uso da terra

Na região mapeada foram destacados locais onde a morfologia de acumulação eólica-dunas ou de intensidade de dissecação exige medidas de conservação e/ou precaução na sua ocupação. Esses locais podem ser divididos de acordo com o tipo de ocupação humana que neles se desenvolve: urbana ou agrícola.

#### 2.6.2.1 — Sítios urbanos

Fortaleza localiza-se no litoral norte do Estado do Ceará, num trecho onde a superfície de aplainamento chega próximo à costa. É uma cidade de crescimento populacional acelerado, o que tem provocado uma permanente expansão do sítio urbano. Nos últimos anos o crescimento tem-se efetivado principalmente para SE, desde a praia do Futuro até as imediações da barra do rio Cocó. Este trecho compreende uma faixa de dunas móveis e sujeitas aos efeitos da dinâmica eólica, o que justifica a sua instabilidade.

Como os ventos que aí vigoram são do quadrante leste, o material arenoso tende a migrar para oeste, numa velocidade de 0,045 gr de areia por segundo em cada centímetro cúbico, segundo dados de Moraes & Souza (1971). As tentativas de estabilização destas formas vêm sendo executadas através do plantio de espécies vegetais adaptadas ao tipo de ambiente. O sistema adotado é o de curvas de nível que efetivamente diminui de maneira sensível a mobili-

zação eólica (Est. 2.VI B). A especulação imobiliária ali observada tem sido das mais expressivas, o que vem acarretando progressivamente a destruição das dunas, que por seu valor paisagístico seriam merecedoras de preservação ou de um planejamento de uso que não afetasse a beleza cênica. Analisando a Planta Oficial de 1975 elaborada pela Comissão de Desenvolvimento de Fortaleza (CODEF), observa-se que o planejamento dessa área não foge ao traçado ortogonal que caracteriza a estrutura do plano urbano. Nesse sentido, parece não terem sido levadas em consideração as diferenças e peculiaridades que definem o sítio de Fortaleza como sendo uma faixa de contato entre a Superfície Sertaneja e a Planície Litorânea.

Entre a barra do rio Cocó e a do rio Pacoti se verifica outra extensa faixa de dunas. A programação da CODEF prevê a execução da Via Paisagística e do Eixo Expresso Marginal da Orla Marítima e a SEPLAC (1975) cita a construção da Avenida Beira-Mar até a Praia de Aquiraz. Incontestavelmente, trata-se de obras de infraestrutura viária que tenderão a dinamizar o turismo na área metropolitana de Fortaleza. Por outro lado, propiciarão novo surto de especulação imobiliária a não ser que obedeçam aos requisitos mínimos de preservação ambiental.

Para noroeste, registra-se a ocorrência de outro campo de dunas nas proximidades da barra do rio Ceará, onde dominam as de gerações mais antigas, que submetidas aos efeitos pedogenéticos apresentam-se estacionárias. Neste trecho, não tem sido observada uma expansão urbana como a que se verifica na praia do Futuro, apesar da ocupação ser mais fácil devido à menor movimentação das dunas, segundo Moraes & Souza (1971) somente 0,017 gr por segundo em cada centímetro cúbico.

A faixa litorânea em Fortaleza apresenta também outras feições como: as praias, os mangues das planícies fluvio-marinhas dos rios Cocó, Ceará e Pacoti, as lagoas originadas do represamento da drenagem como as Sapipanga e Precabura, entre outras.

Assim, apesar do problema citado, observa-se que o sítio urbano de Fortaleza apresenta muitas áreas favoráveis para sua expansão urbana, principalmente no setor sul e oeste, onde se localizam áreas planas, estáveis, mapeadas como superfície pediplanada (Ep) e áreas de dunas fixas, rebaixadas, respectivamente. O planejamento urbano deverá ser dotado de maior adequabilidade no que se refere ao setor oriental da cidade, onde a paisagem de dunas vai aos poucos sendo degradada. Em grande parte estas áreas deveriam ser colocadas como reserva para finalidades turísticas, recreativas e científicas.

O litoral norte de Fortaleza, entre a ponta de Mucuripe e a barra do rio Ceará, sofre intensa erosão marinha, onde o avanço do mar sobre o continente obrigou a construção de quebra-mares parale-

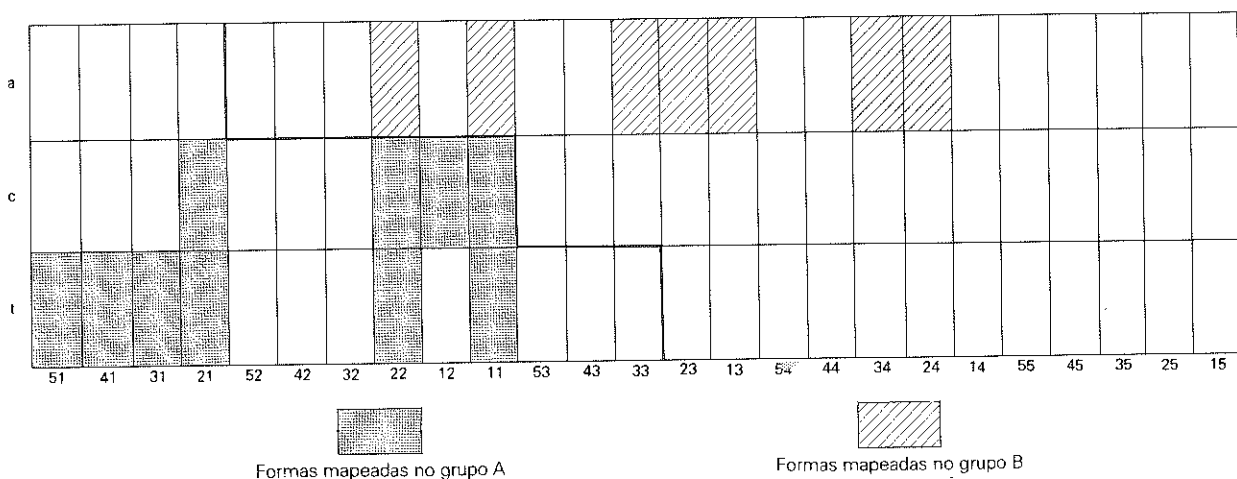


Fig. 2.12 - Avaliação das formas de relevo dissecação.

los entre si e perpendiculares à linha da costa, com aproximadamente 500 m de intervalo entre um e outro. Essas medidas estão conseguindo deter o avanço do mar, mas por outro lado prejudicam o aproveitamento dessas praias de grande beleza natural. Sugere-se efetivação de estudos de detalhes, tendo por objetivo a construção de paredes a certa distância das linhas de praia, à semelhança dos recifes naturais, o que diminuiria a ação de abrasão marinha.

A maioria das cidades da área mapeada está situada nos baixos terraços fluviais, o que traz problemas de inundações periódicas. Isto é comum nos anos de chuvas excepcionais, quando o nível das águas extravasa o talvegue e o leito menor, afetando as populações ribeirinhas. Além de centros urbanos menores como Coreau, Santana do Acaraú, Marco, Morrinhos e Bela Cruz constatou-se tal problema em cidades como Sobral e Parnaíba detentoras de elevados contingentes demográficos.

A cidade de Sobral tem o seu sítio urbano em baixos níveis de terraços fluviais do rio Acaraú (Fig. 2.9). Trata-se de um rio cujo deflúvio está intimamente associado ao regime pluviométrico, caracterizado por excessiva concentração de chuvas num período, causando fortes aguaceiros. O escoamento é então diretamente afetado, pois, à medida que a alimentação pluvial se pronuncia, há um aumento considerável do nível das águas. Desta forma, não obstante a construção de barragens a montante — a mais importante é o açude Araras (Folha SB.24 Jaguaribe) — a água sobrepuja o nível do dique marginal e inunda toda a parte baixa da cidade. O agravamento das inundações em anos de chuvas excessivas tem se tornado mais agudo pelo desmatamento que se verificou na margem esquerda onde o solapamento contínuo destruiu praticamente o dique marginal (Est. 2.V A). A construção de "muradas" protetoras à esquerda do rio e a preservação do revestimento vegetal na margem direita e nas margens do rio Jaibaras, que conflui com o rio Acaraú em Sobral, se constituiriam em meios adequados para a solução do problema. A expansão da cidade se processa no sentido do rio Jaibaras e da serra da Meruoca, setores que estão ao abrigo das inundações e onde a morfologia não apresenta restrições.

A cidade de Parnaíba localiza-se, uma parte na superfície pediplanada (Ep) e outra na margem direita do rio Igarauçu, na planície fluvio-marinha (Apfm) (Fig. 2.4). Este rio tem tendências a divagar, apresentando inclusive um canal meândrico, portanto favorável ao transbordamento. A cidade situa-se entre dois patamares terraceados, sendo um com 20 m de altitude, onde se encontra a maior parte das habitações, e outro com 10 m mais abaixo, margeando o rio e ligado ao superior por uma rampa suave. Este nível mais baixo sofre constantes inundações. A construção de "muradas" inclinadas na margem direita solucionou em parte o problema de enchentes embora não sendo uma medida definitiva. Nos anos de cheias excessivas, o baixo nível de terraço onde se situa a maior parte das habitações ainda é afetado. A sedimentação fluvial tem conduzido a uma colmatagem crescente do canal de escoamento do rio Igarauçu. Uma medida adequada para promover o controle das cheias seria a dragagem deste canal a fim de facilitar o escoamento das águas. Considerando-se ainda que a drenagem imediatamente a montante da cidade é feita através de canais sinuosos, seria necessária a preservação da vegetação nas margens côncavas, de modo a limitar o poder de solapamento e conseqüentemente a diminuição do transporte e da sedimentação fluvial. Estas proposições, além de deterem as enchentes, beneficiariam a navegação que se dirige para o porto fluvial de Parnaíba.

A ampliação da cidade deve ser orientada em direção sul e sudeste onde os empecilhos de ordem física e particularmente geomorfológica não se impõem.

#### 2.6.2.2 — Ocupação agrícola

Os "brejos" nordestinos têm-se colocado tradicionalmente como setores de vida agrária das mais significativas. Condicionados pela ocorrência de precipitações pluviométricas mais regulares e abundantes, surgem como verdadeiras ilhas de umidade em meio à superfície Sertaneja submetida à semi-aridez. De solos mais férteis e revestidos por Floresta Secundária Ombrófila e Estacional Semidecidual, os "brejos" concentram elevados contingentes populacio-

nais. Desta maneira, o ambiente ecológico tornou-se propício a uma ocupação humana das mais densas, com um conseqüente fracionamento das propriedades.

Na Folha SA.24 Fortaleza, as serras da Ibiapaba, da Meruoca, Uruburetama e Maranguape são exemplos bem representativos destes "brejos", onde as condições geomorfológicas se tornam relevantes quanto às limitações ao uso agrícola. Nas serras cristalinas, onde a dissecação em formas aguçadas prevalece, tal fato assume um significado especial.

No topo da serra da Ibiapaba, pelo fato de apresentar uma topografia que obedece ao suave mergulho das camadas sedimentares, o relevo não constitui obstáculo de destaque. O mesmo não se verifica em relação à vertente escarpada, onde o declive supera 30° e a dissecação deu origem a formas de topo aguçado. A atividade agrícola é conseqüentemente dificultada, havendo necessidade de conservação da vegetação de modo a não implicar numa aceleração dos processos erosivos motivados por ruptura de equilíbrio morfogenético das vertentes.

Ao sul da cidade de Tianguá, abrangendo os municípios de Ubará e Ibiapina, os totais pluviométricos variam anualmente, em média entre 1.300 e 2.000 mm. Os efeitos das chuvas orográficas são então evidenciados. Neste trecho o relevo mostra-se dissecado em formas tabulares (t31 e t41) com até 3.750 m de interflúvio e entalhe de drenagem muito fraco. Em vista disto, a agricultura é favorecida e se verifica uma intensa utilização da terra, embora sem a aplicação de técnicas adequadas para uma boa produtividade agrícola. Os processos ligados à dinâmica atual não levam propriamente a uma ablação dos horizontes superficiais de solo em face das próprias características da topografia. A lixiviação dos Latossolos Vermelho-Amarelos é que representa o maior contribuinte para a diminuição da capacidade produtiva dos solos após alguns anos de uso. Com os desmatamentos verificados em toda a faixa do "brejo" e sem que se verifique qualquer experimento com reflorestamento, a área denominada regionalmente de "carrasco" tem se expandido no sentido oriental.

Na serra da Meruoca onde a dissecação assume características diferentes, em formas aguçadas, os problemas de natureza conservacionista são sensivelmente agravados. Identificam-se dois setores bem individualizados: parte norte da serra da Meruoca onde a pluviosidade é maior por se encontrar a barlavento e parte sul da serra da Meruoca, com pluviosidade menos abundante por estar a sotavento.

Na parte norte da serra da Meruoca é comum a presença de vales pedimentados, com feições alveolares, topografia plana e solos resultantes da combinação de sedimentos alúvio-colúviais. Nestes vales de pequena expressão espacial, a maioria não mapeados por problemas de escala, as condições geomorfológicas não oferecem limitações ao uso. À medida que se alcançam as encostas das cristas, mapeadas como a13 e a24, onde a plantação obedece à linha de declividade, os processos de erosão acelerada têm-se manifestado. Não poderia ser de outra maneira de vez que, com o desmatamento, o solo fica exposto aos efeitos das precipitações. Pelo fato destes solos apresentarem normalmente um horizonte de textura mais arenosa e de fácil percolação da água sobreposto a um horizonte de iluviação (B textural), há saturação da parte superficial e conseqüentemente ocorrência de escorregamentos. O material se desprende destas vertentes depositando-se nos valores pedimentados e prejudicando sua utilização. Seria indicada a adoção de técnicas de cultivo apropriadas à conservação dos solos com o plantio em curvas de nível e em terraços. Inúmeras são as vertentes com a presença de blocos de rochas, o que indica uma instabilidade acentuada motivada pela ruptura do equilíbrio morfogenético. Nas vertentes mais íngremes a preservação da vegetação nas encostas e no topo das cristas evitaria a ocorrência dos fenômenos de resistasia antrópica.

Na parte sul da serra da Meruoca, devido à menor pluviosidade, os solos são mais rasos e os matacões nas vertentes mais freqüentes conseqüentemente exigem técnicas apropriadas, de modo a impedir a prática de plantios seguindo a maior declividade das encostas. O uso inadequado das serras pode prejudicar inclusive o vale do riacho do Boqueirão que possui grande beleza natural, poden-



do vir a ser explorado como área de lazer, para a população de Sobral e cidades vizinhas.

A serra da Uruburetama apresenta altitudes de 1.000 m onde predominam as cristas de entalhe de drenagem forte a23 e a24 com altos índices de pluviosidade, 1.500 mm a N e NE, enquanto que no restante da área a chuva não é tão constante. Também esta serra apresenta-se dissecada por formas que compõem o conjunto B da Figura 2.12. No trecho da serra cortada pela estrada que liga as cidades de Itapajé e Uruburetama, observa-se que nos locais onde a topografia é mais suave os solos Podzólicos chegam a 1,5 m de profundidade e quando a declividade supera 11° predominam os Regossolos. Assim, nos locais mais planos nem sempre mapeados devido à escala, a utilização da terra é maior. No entanto, é também interessante a ocupação nas vertentes íngremes, em certos pontos com mais de 30° de declividade. Esta ocupação em vertentes de Regossolos, às vezes com matações, provoca uma erosão acelerada, comprovada pela presença de ravinas em parte dessas vertentes. Este material sendo erodido vai se acumular nos vales, soterrando locais onde o solo além de profundo é fértil. A adoção das práticas conservacionistas indicadas para a serra da Meruoca deve ser a mesma para a serra da Uruburetama e demais Planaltos Residuais.

### 2.6.3 — Assoreamento de açudes

Um dos fatos constatados por ocasião da operação de sobrevoô diz respeito à colmatagem que vem se processando nos grandes açudes públicos existentes na Superfície Sertaneja. Este problema tem estreita conexão com a dinâmica atual da geomorfogênese. Tratando-se de áreas submetidas à semi-aridez e revestidas por vegetação caducifolia, por ocasião das chuvas concentradas o material alterado tende a ser, em parte, carregado no sentido dos setores mais deprimidos do terreno. Salienta-se assim o papel das enxurradas que combinadas com a capacidade de deposição fluvial têm contribuído para assorear os reservatórios.

O assoreamento tem permitido a instalação de vegetação pioneira do tipo hidrófila numa estreita faixa das margens (Est. 2.VII A). Esta vegetação retendo a sedimentação vai pouco a pouco sendo substituída por espécies de maior porte. Há por conseguinte um avanço das margens ou a formação de pequenas ilhas.

Para impedir o avanço do assoreamento, será necessária a adoção de medidas associadas à preservação da vegetação nas cabeceiras fluviais e ao revestimento dos diques marginais.

### 2.6.4 — Condições portuárias

O principal porto da área é o de Mucuripe, na cidade de Fortaleza, que possui capacidade para a atracação de navios com até 10 m de calado. A característica básica deste trecho do porto é evidenciada pela mudança da disposição da linha de costa entre a praia do Futuro e o setor situado a oeste da ponta do Mucuripe. Esta diferenciação quanto ao alinhamento da faixa costeira possibilitou o desenvolvimento de uma enseada onde os efeitos de abrasão marinha são irrelevantes. As condições de mar calmo tendem a prevalecer, embora a ocorrência de ondulações possa comprometer a localização da área portuária. Daí a construção de um molhe de proteção que representa um prolongamento da ponta do Mucuripe diminuindo os efeitos das ondulações na enseada e tornando menos significativos os processos de assoreamento da bacia do porto.

Este molhe de proteção contribui decisivamente para atenuar os efeitos da erosão, mas há que considerar também as conseqüências provenientes do processo de difração das ondas. Desta maneira, transposto o obstáculo representado pelo molhe, as ondas difratadas podem contribuir para a atenuação do assoreamento na bacia portuária. Daí ser necessário o aumento do molhe, em comprimento, de modo a diminuir os efeitos do assoreamento e ampliar a área submetida às condições de mar calmo.

A bacia de evolução do porto sofre também os efeitos proporcionados pela deflação eólica, onde a exploração e ocupação das dunas, a leste do porto, não têm considerado as conseqüências advindas com a mobilização de sedimentos. Segundo dados dos relatórios anuais do DNPVN em 1971 e PORTOBRÁS em 1976, pode-se

constatar que a bacia de evolução do porto sofreu um assoreamento de 2 m nesse período.

Nisto reside a necessidade de um planejamento integrado da zona leste da cidade, de modo que a ocupação da mesma não traga, em futuro próximo, problemas também de natureza infra-estrutural.

O porto de Camocim localizado no estuário do rio Coreau tem capacidade para barcos de até 8 m de calado. Próximo à barra, a largura do leito fluvial é de aproximadamente 1 km e o rio tende a meandrar, o que talvez trouxesse problemas com relação às mudanças do canal de acesso. Tal fato só não se verifica com maior intensidade pela construção de paredões protetores na margem esquerda do rio e pela ocorrência de falésia nos sedimentos do Grupo Barreiras. Criam-se assim condições para a fixação do leito atual, impedindo o deslocamento para oeste. No sentido leste, na área de planície fluvio-marinha, o tipo de sedimentação está associado a um material de natureza preponderantemente argilosa. O transporte litorâneo se orienta para oeste, o que conduziu à elaboração de um pontão arenoso na foz do rio.

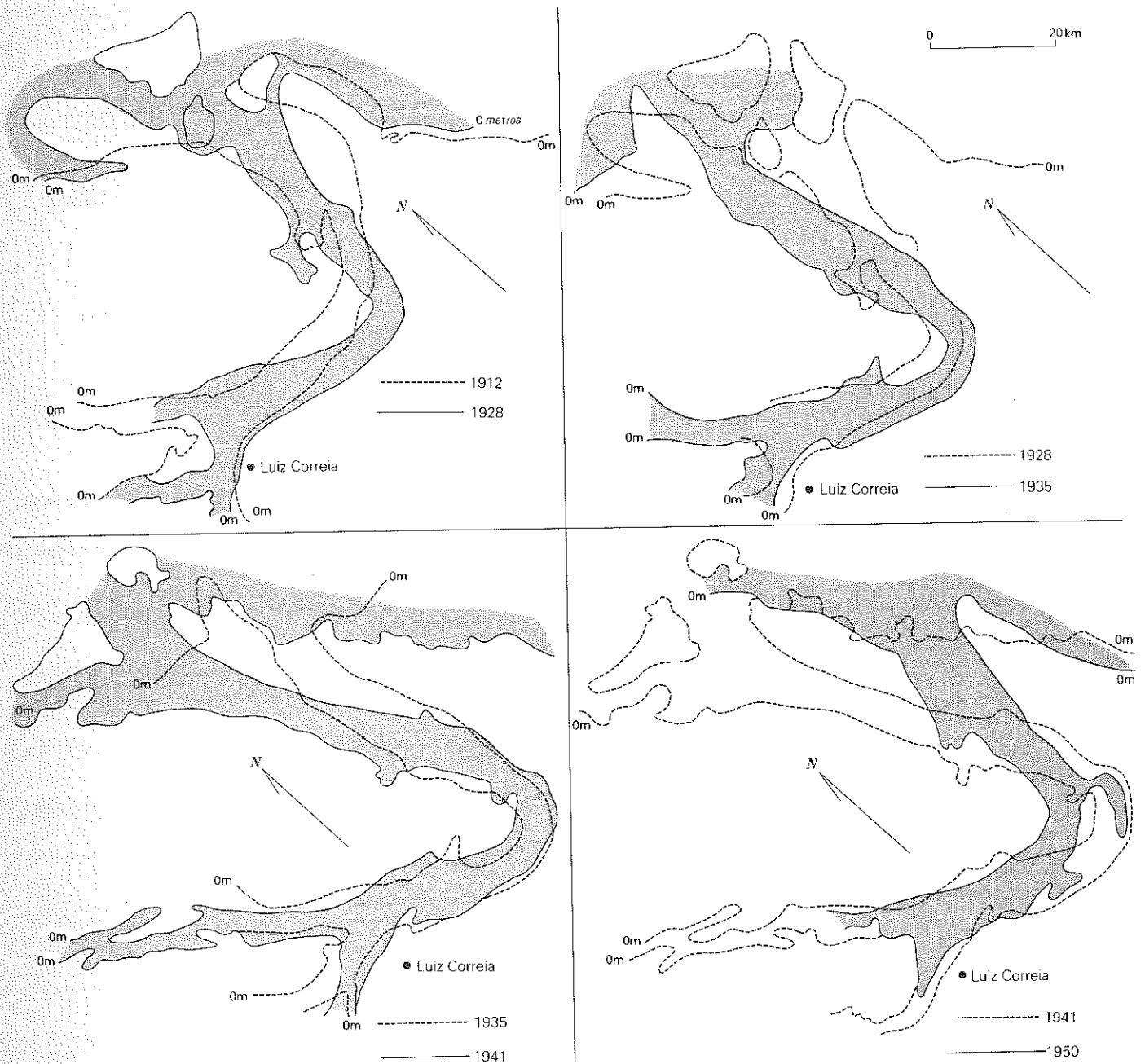
Com a fixação relativa da embocadura e a existência de profundidades razoáveis na barra, o porto tem condições satisfatórias de funcionamento.

Em Luiz Correia, a 10 km de Parnaíba, está sendo construído o porto marítimo do Estado do Piauí. Todo o litoral deste Estado encontra-se em região de deposição tanto fluvio-marinha (Apmf), como eólica, formando as dunas (Ad), e a profundidade da plataforma a 1 km da costa é de 10 m, em média. Conclui-se que a construção de um porto nesse litoral, além de ser dispendiosa, será de difícil conservação, pois sofrerá constante assoreamento. O porto está sendo construído na foz do rio Igarçu, onde a plataforma continental tem profundidade irrisória de 6 m a 2 km da costa. Neste trecho a drenagem é anastomótica e o gradiente fluvial não possibilita energia suficiente para promover um escavamento considerável do canal. O leito do rio deriva em média 7 m por ano, conforme pode-se constatar na Figura 2.13. Pode-se observar também que as variações morfológicas atuais são menos acentuadas do que entre 1912 e 1928. Essa menor variabilidade da profundidade e divagação da barra determina acesso mais favorável ao porto de Luiz Correia. No entanto, foi necessário que a comissão planejadora e executora optasse por um porto fora da enseada, o que não impede o intenso assoreamento, como pode ser constatado pelos dados dos relatórios do DNPVN (1974/1975). Segundo as informações apresentadas nesses relatórios, o volume inicial de sedimentos dragados para formar a bacia de evolução do porto é de 750.000 m<sup>3</sup> e os cálculos preliminares para efeito de análise de custo da obra prevêem um volume de 115.000 m<sup>3</sup>, dragados anualmente, somente na bacia de evolução. O canal de acesso vai necessitar de um maior volume anual de dragagem.

### 2.6.5 — Áreas de potencial turístico

Os locais de maior atração são os balneários litorâneos como Parnaíba-Luiz Correia (Est. 2.VII B), Camocim, Paracuru e Aquiraz que já apresentam infra-estrutura viária. O mesmo se verifica em relação à serra da Ibiapaba, na Gruta de Ubajara.

Pontos como a praia de Lagoinha no município de Paracuru e a lagoa das Velhas próximos à cidade de Trairi, pelas facilidades de acesso e pela beleza paisagística, oferecem perspectivas excelentes para o turismo. A criação de balneários nos grandes açudes públicos — Aires de Souza, Acaraú-Miraflores, Forquilha, Pereira de Miranda ex-Pentecostes e Caxitoré — poderiam constituir-se em importantes pontos de atração para o lazer das populações das localidades vizinhas. Outra grande possibilidade de investimento a nível regional, na área do lazer, são as cidades serranas, que localizadas em relevos de até 800 m de altitude oferecem um clima ameno, diferente da Superfície Sertaneja, onde se destacam Viçosa do Ceará, Tianguá e Meruoca. Alguns locais com vistas panorâmicas são passíveis de serem explorados turisticamente, como a gruta do Lambdouro em Viçosa do Ceará, a Cachoeira do Boi Morto, próximo da cidade de Ubajara. O vale do riacho do Boqueirão (Fig. 2.9), na serra da Meruoca, constitui um outro exemplo cujo atrativo é um extenso bosque com vegetação de grande porte. A melhoria da estrada que



Fonte : DNPRC - Divisão de Hidrografia

Fig. 2.13 - Divagação da foz do rio Igaracu (entre 1912 e 1950).

liga Itapajé à cidade de Uruburetama serviria como mais uma perspectiva para ampliar o turismo na serra de Uruburetama (Fig. 2.14).

#### 2.6.6 — Comunicações rodoviárias

Dentre as rodovias que cortam a região a principal é a BR-222 que comunica a área no sentido dos paralelos, no extremo sul, ligando Fortaleza — Sobral — Tianguá — Piracuruca, seguindo para Terezina. Em todo o percurso a BR-222 apresenta-se em bom estado de conservação, com exceção do trecho que atravessa a frente íngreme da serra da Ibiapaba. Nessa área a serra recebe uma intensa pluviosidade, de até 1.300 mm por ano, e parte dessas chuvas tende a escoar pela frente da serra, onde o manto de alteração das rochas

tem espessura destacável. A retirada do revestimento vegetal torna esse material facilmente mobilizável, o que traz danos à rodovia. Em alguns pontos tem-se verificado a ocorrência de escorregamentos conforme pode ser notada através da Est. 2.VIII A. As referidas condições mostram a necessidade de manutenção de drenos ao longo da BR-222 de maneira a permitir o escoamento das águas pluviais. Nas vertentes, a preservação da vegetação ou o reflorestamento com espécies do revestimento primário daria maior estabilidade ao talude.

Observa-se que há uma correspondência entre os locais com dificuldade de comunicação viária e a área mapeada como dissecada em formas tabulares (t41). Neste caso o problema encontra-se na

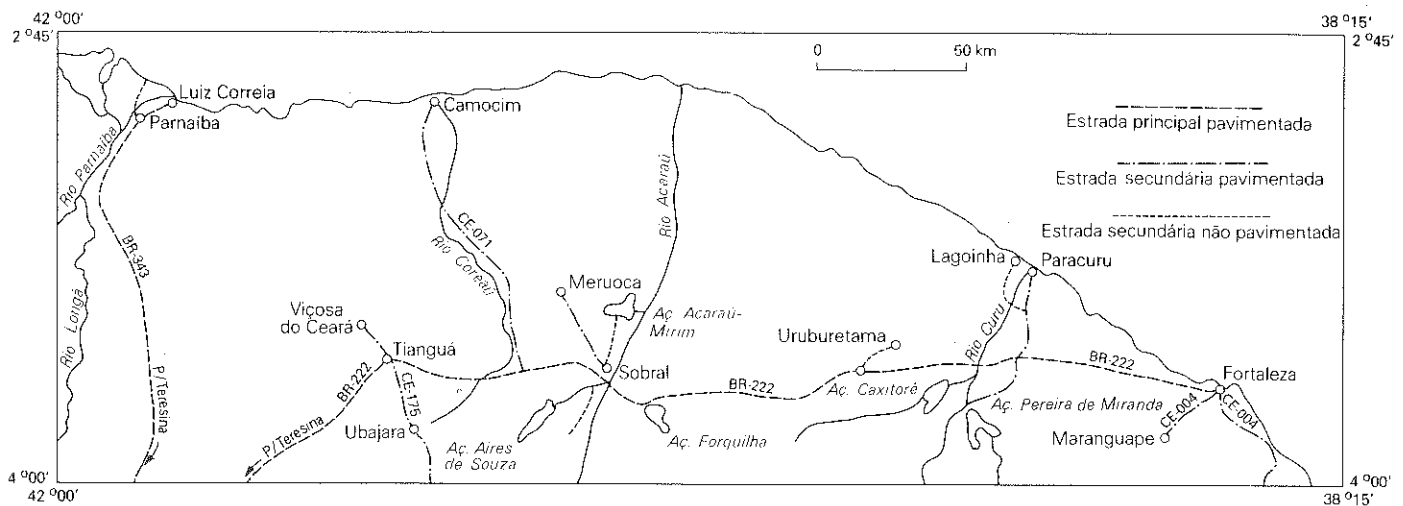


Fig. 2.14 - Locais de potencial turístico e vias de acesso.

cobertura arenosa onde se instalou parte dessa dissecação e não propriamente na forma de relevo. Assim, a comunicação entre o litoral e o interior até a BR-222 torna-se mais difícil em virtude do material de recobrimento. Trata-se de sedimentos de textura arenosa com espessura em torno de 1 m que se sobrepõe a uma camada impermeável. Por ocasião da estação chuvosa, especialmente nos locais em que a espessura da camada arenosa se torna mais delgada, formam-se locais de acúmulos de água que trazem empecilhos ao tráfego normal. Na faixa compreendida entre Fortaleza e Iguape, onde foi mapeada a superfície pediplanada (Ep), o material é suscetível à compactação em virtude da espessura dos depósitos arenosos. Isto possibilitou a construção de rodovias paralelas e próximas à orla marítima, as quais desempenham papel relevante para o desenvolvimento turístico.

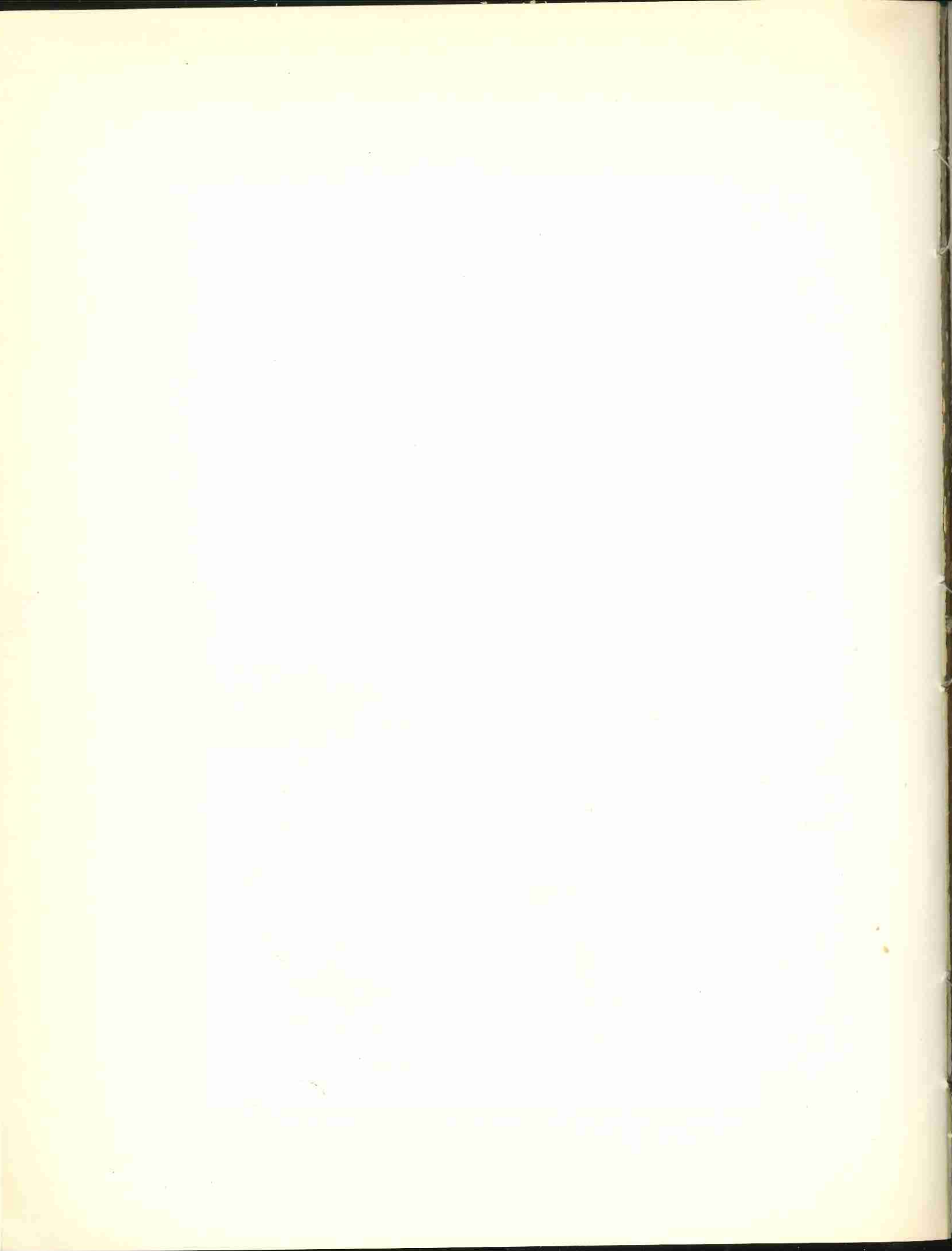
A abertura de ravinas, provocada pela erosão pluvial, nas margens das estradas secundárias denuncia a precária manutenção destas. A maioria destas estradas não são asfaltadas nem possuem pontilhões, tornando-se intransitáveis na época chuvosa. É necessário um serviço periódico de manutenção, visando à abertura e à conservação de drenos nas estradas, à plantação de gramíneas nas margens com declives, à construção de pontes, criando assim condições de circulação permanente.

## 2.7 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — AB'SÁBER, A.N. Regiões de circunscunção pós-cretácea no planalto brasileiro. *B. paul. Geogr.*, São Paulo (1):3-21, mar. 1949.
- 2 — \_\_\_\_\_. Contribuição à geomorfologia do Estado do Maranhão. *Not. Geomorfol.*, Campinas 3(5):35-45, abr. 1960a.
- 3 — \_\_\_\_\_. Posição das superfícies aplainadas no planalto brasileiro. *Not. Geomorfol.*, Campinas, 3(5):52-54, abr. 1960b.
- 4 — \_\_\_\_\_. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. *Geomorfologia*, São Paulo (19):1-38, 1969.
- 5 — \_\_\_\_\_. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia*, São Paulo (20):1-26, 1970.
- 6 — \_\_\_\_\_. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro. *Geomorfologia*, São Paulo (28):1-38, 1972.
- 7 — ALMEIDA, F.F.M. de. Origem e evolução da plataforma brasileira. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (241):5-36, 1967.
- 8 — \_\_\_\_\_. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23.º, Salvador, 1969. *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia, 1969. p.29-46.
- 9 — ANDRADE, G.O. de. Gênese do relevo nordestino: estado atual dos conhecimentos. *Est. univ.*, Recife (2/3):1-13, abr./set. 1968.
- 10 — ANDRADE, G.O. de & LINS, R.C. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. *Arq. Inst. Ci. Terra, Recife* (3/4):17-27, fev./jun. 1965.
- 11 — BACOCOLLI, G. Os deltas marinhos holocênicos brasileiros — uma tentativa de classificação. *B. téc. PETROBRÁS*. Rio de Janeiro, 14(1/2):5-38, jan./jun. 1971.
- 12 — BARBOSA, G. V. & PINTO, M.N. Geomorfologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SA. 23 São Luis e parte da Folha SA. 24 Fortaleza*. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 3)
- 13 — BRAGA, A.P.G. et alii. *Projeto Fortaleza*; relatório final. Recife, DNPM/CPRM, 1977. 7v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2653) v. 1.
- 14 — BRASIL. Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis. *Portos de Santarém, Belém, Luís Correia e Mucuripe: programação de obras*. Rio de Janeiro, 1971.
- 15 — \_\_\_\_\_. *Estudos de viabilidade técnica-econômica e projeto básico do porto de Luís Correia, no Estado do Piauí*. São Paulo, Hidroservice, 1974/1975.
- 16 — CALDASSO, A.L.S. A sedimentação mesozóica e seu relacionamento com a evolução geomorfológica na bacia do Parnaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30.º, Recife, 1978. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v.2, p.784-792.
- 17 — CEARÁ. Secretaria do Planejamento e Coordenação. *Considerações sobre o programa de promoção do turismo no Ceará*. Fortaleza, DEPLAG, 1975. 55p.
- 18 — CEARÁ. Superintendência de Desenvolvimento do Estado. *Programa de avaliação do potencial dos recursos naturais em área do litoral cearense*. Fortaleza, 1976. 209p.
- 19 — COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO DE FORTALEZA. *Sistema viário básico do município de Fortaleza*. Fortaleza, 1974. Escala 1:20.000.
- 20 — COMPANHIA DOCAS DO CEARÁ, Fortaleza. *Relatório anual*. Fortaleza, 1976. 35p.
- 21 — COSTA, M.J. et alii. *Projeto Jaibas*; relatório final. Recife, DNPM/CPRM, 1973. 5v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2089) v. 1
- 22 — CZAJKA, W. Estudos geomorfológicos no Nordeste brasileiro. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 20(2):135-180, abr./jun. 1958.
- 23 — FREIRE, J.L. *Elementos de morfologia litorânea*. Rio de Janeiro, Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1971. 150p.
- 24 — HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. *B. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, Tulsa, 51(11):2246-2259, Nov. 1967.
- 25 — KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 18(2):147-265, abr./jun. 1956.

- 26 — LAMEGO, A.F. Restingas na costa do Brasil. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (96):1-63, 1940.
- 27 — MABESOONE, J.M. *Geomorfologia regional*. Salvador, UFBA, 1973. 19p.
- 28 — \_\_\_\_\_. Aspectos morfológicos. In: BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais. *Atlas dos recursos naturais do Nordeste*. Recife, 1974.
- 29 — \_\_\_\_\_. Desenvolvimento paleoclimático do Nordeste brasileiro. *B. Soc. Bras. Geol.*, Fortaleza (5):75-93, nov. 1975.
- 30 — MABESOONE, J.M. & CASTRO, C. de Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste brasileiro. *B. Soc. Bras. Geol.*, Recife (3):5-36, 1975.
- 31 — MOREIRA, A.A.N. Geomorfologia. In: FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro. *Atlas do Ceará*. Rio de Janeiro, SUDEC/IBGE, 1973.
- 32 — \_\_\_\_\_. Relevô. In: FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro. Departamento de Geografia. *Geografia do Brasil; região Nordeste*. Rio de Janeiro, 1977. v.2, p.1-45.
- 33 — MOURAIS, J.O. de & SOUZA, J.V. de. Transporte e sedimentação de dunas no município de Fortaleza (Ceará-Brasil). *Est. Sedimentol.*, Natal, 1(1):73-81, jan/jun. 1971.



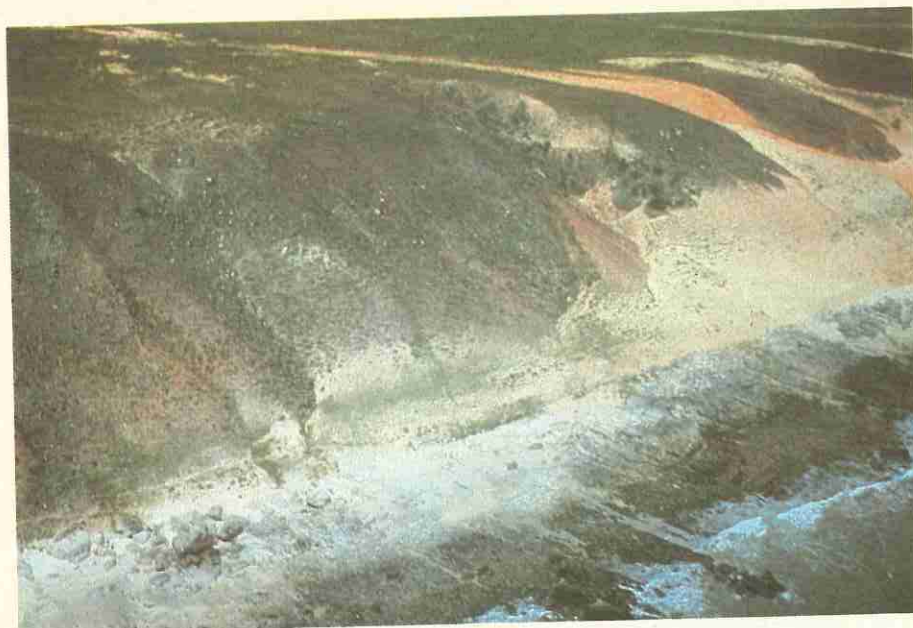




A — Duna fixa. Duna fixa por capeamento arenítico de aproximadamente 10 cm de espessura. Próximo da cidade de Trairi. Folha SA.24-Y-D. Fevereiro/1978.



B — Dunas Barcanas. Dunas transversais em que as partes laterais avançam mais rapidamente do que na parte central. Dunas móveis em início de fixação pela vegetação pioneira. Intercalações de pequenas lagoas temporárias. Próximo da foz do rio São Gonçalo. Folha SA.24-Z-C. Junho/1977.



A — Falésia em Jericoacoara. Falésia marinha esculpida em sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras, sotopostos por dunas atuais e sobrepostos em discordância, sobre afloramento quartzítico. Ponta de Jericoacoara. Folha SA.24-Y-Av, Junho/1977.



B — Área de acumulação inundável. Área temporariamente recoberta por uma delgada lâmina de água com gramíneas que revestem os Planossolos e Solonetz. Interpretada como *bajadas* sertanejas. Próximo ao açude Tucunduba. Folha SA.24-Y-D, Junho/1977.



A – Escarpa oriental da serra da Ibiapaba. Cornija arenítica condicionando o topo tabular, que contrasta com a área dissecada em cristas nas rochas do embasamento cristalino. Próximo da cidade de Tianguá. Folha SA.24-Y-C. Março/1977.

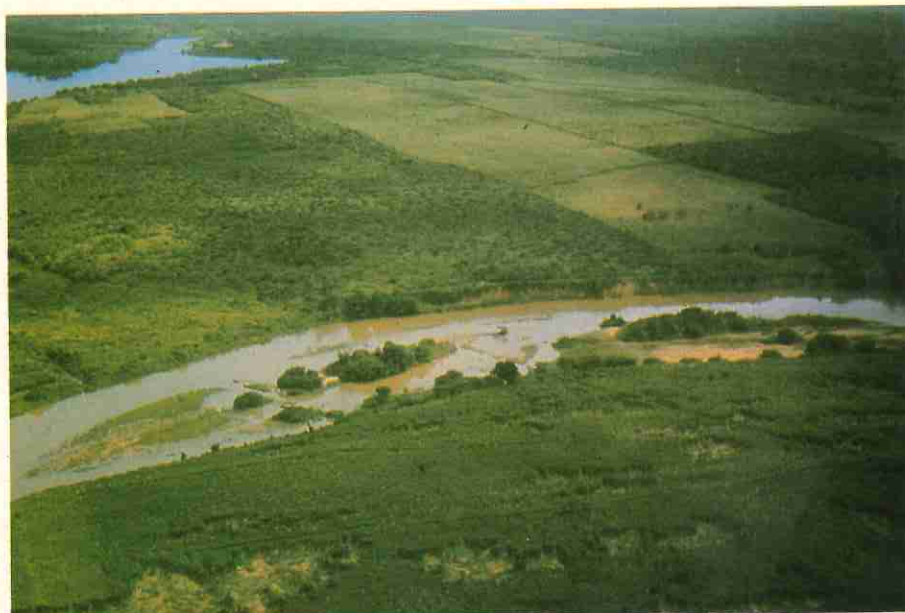


B – Serra da Aratanha. Passagem de pedimentação da Superfície Sertaneja em área de relevo dissecado em formas aguçadas. Sul da cidade de Maranguape. Folha SA.24-Z-C. Junho/1977.





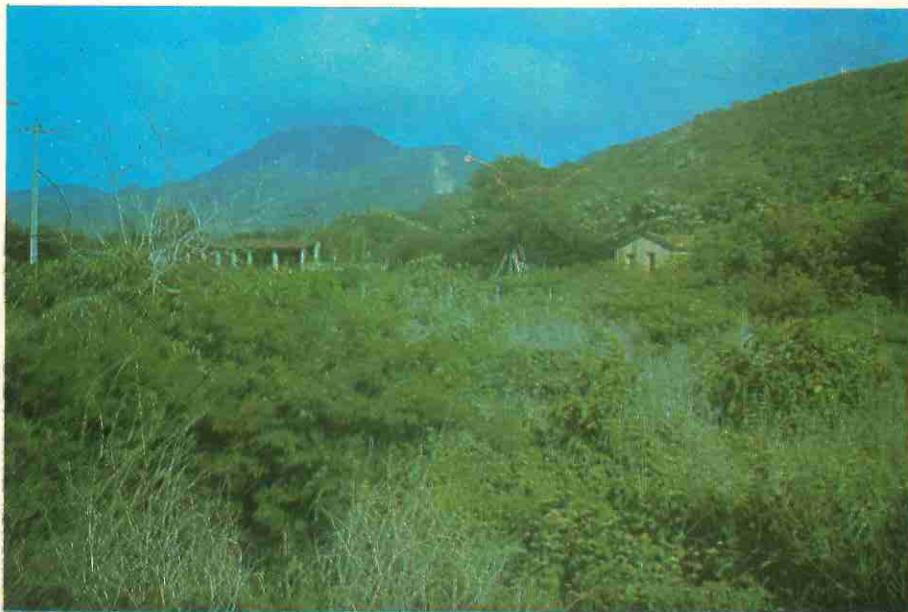
A — Cascalheiro no sopé da serra da Ibiapaba. Corte na BR-222 onde se observa grande heterogeneidade morfológica e morfológica do arenito e quartzito inhumado pelo alterito. Este material ocorre até uma distância de 5 km da escarpa. Cidade de Frecheirinha, Folha SA.24-Y-C. Fevereiro/1978.



B — Falésia fluvial. Incisão acentuada do rio Curu em sedimentos do Grupo Barreiras, motivada por divagações do escoamento nas margens côncavas onde é maior a ação do solapamento. Próximo da cidade de Paracuru. Folha SA.24-Y-D. Junho/1977

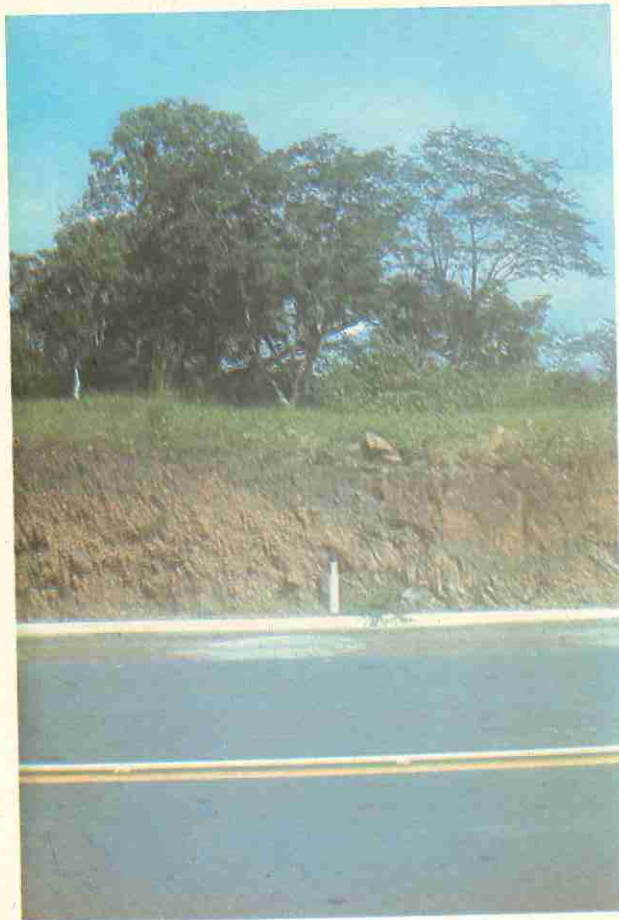


A — Cidade de Sobral, Trecho do rio Acaraú onde a deposição arenosa forma ilhas. Na margem esquerda observa-se que o dique marginal já não apresenta o revestimento vegetal primário, o que contribui para agravar as inundações na área urbana. Folha SA.24-Y-D. Junho/1977.



B — Serra da Conceição. O desmatamento verificado provoca a ruptura do equilíbrio morfogenético das vertentes, dando ensejo à ocorrência de processos de erosão acelerada com escorregamento de terra. BR-222. Folha SA.24-Z-C. Fevereiro/1978.

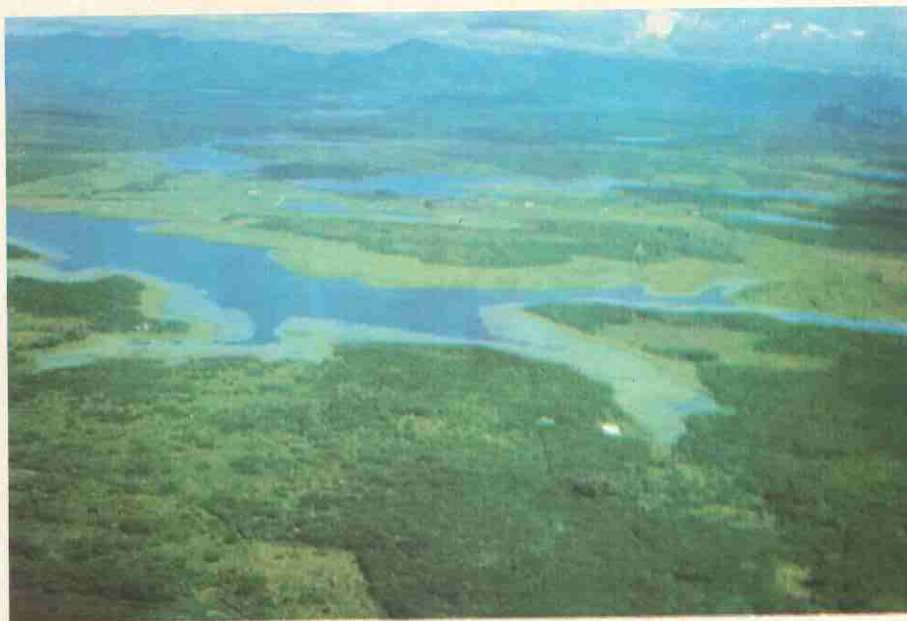




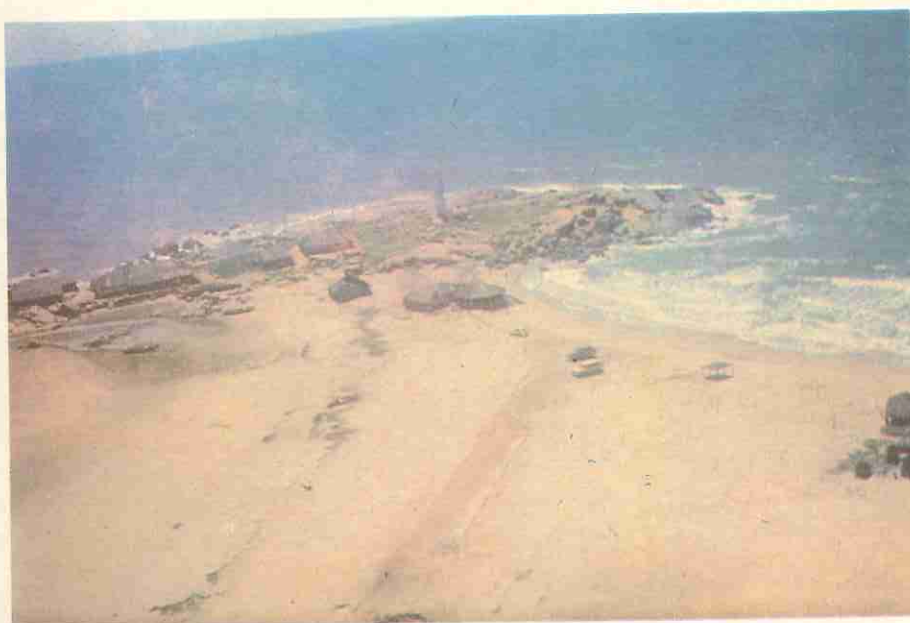
A — Capa laterizada. Corte na rodovia BR-343 mostrando o desenvolvimento de solo concrecionário limitativo à utilização agrícola. Norte da cidade de Piracuruca. Folha SA.24.Y.C. Março/1977.



B — Fixação de dunas. Plantio de arbustos, muricis, em curvas de nível para deter os efeitos da mobilização eólica. Cidade de Fortaleza. Folha SA.24-Z-C. Fevereiro/1978.

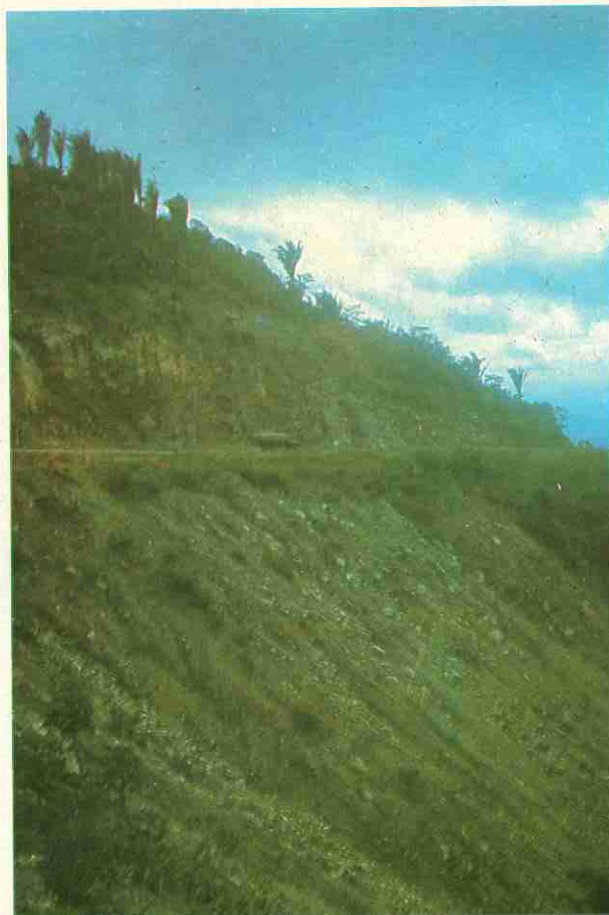


A — Açude São Domingos. Observa-se a fixação de vegetação hidrófila nas margens, motivada pelo assoreamento resultante dos efeitos do escoamento difuso. Norte da vila de Umirim. Folha SA.24-Y-D. Junho/1977.



B — Pedra do Sal. Praia da Pedra do Sal onde os afloramentos graníticos proporcionam uma beleza paisagística interessante, motivando a possibilidade de exploração turística. Próximo da cidade de Parnaíba. Folha SA.24-Y-A. Junho/1977.





A — Deslizamento na BR-222. Escorregamento de terra conseqüente do desmatamento na encosta da serra da Ibiapaba. Cidade de Tianguá. Folha SA.24-Y-C. Março/1977.

## 3 – PEDOLOGIA

### LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO DE SOLOS

#### REDAÇÃO

Alfredo Stange  
Jaime Pires Neves Filho

#### EXECUÇÃO DOS TRABALHOS DE CAMPO

Alfredo Stange  
Paulo Roberto Soares Corrêa  
Celso Gutemberg Souza  
Carlos Duval Bacelar Viana  
José Silva Rosatelli  
Nivaldo Burgos\*  
Paulo Bezerra Fernandes  
Luiz Carlos Krejci  
Airton Luiz de Carvalho  
Célio Dias Leão

#### INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS DE RADAR

Paulo Roberto Soares Corrêa  
Alfredo Stange

## AGRADECIMENTO

A Divisão de Pedologia do Projeto RADAMBRASIL expressa seu agradecimento ao SNLCS — EMBRAPA pela colaboração prestada.

Relatório elaborado de outubro:78 a abril 79  
Diretor no período: José Silva Rosatelli

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado objetivando a identificação e o estudo dos solos existentes na Folha SA.24 Fortaleza, compreendendo, além do estudo das características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e conseqüente classificação, a distribuição geográfica e cartográfica das áreas por eles ocupadas.

O trabalho foi realizado a nível exploratório, seguindo as normas e conceitos estabelecidos pela "Soil Taxonomy" (1975) e pelo

Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS).

Por tratar-se de um estudo de caráter generalizado, convém que se diga que o mapa encerra uma visão global dos diversos solos existentes, contribuindo com subsídios fundamentais para a implantação de trabalhos específicos.



## ABSTRACT

The present work was accomplished with the purpose of identifying and studying the existing soils of the Sheet SA.24 Fortaleza, including, besides the study of the morphological, physical, chemical, mineralogical characteristics and the following classification, the geographical and cartographic distribution of the occupied areas.

This work was accomplished at an exploratory level, according to the standardy and concepts established by "Soil Taxonomy"

(1975) and by the Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS).

Considering that this study has a general aspect, it is necessary to mention that the map encloses a global vision of the several existing soils, contributing with the essential information for the accomplishment of specific works in the area.

### 3.1 — INTRODUÇÃO

O presente trabalho de levantamento e mapeamento de solos, em nível exploratório, corresponde à Folha SA.24 Fortaleza, compreendida pelos paralelos de 0°00' e 4°00' S e meridianos de 36°00' e 42°00' WGr.

Objetiva fornecer um mapa dos solos que ocorrem na região, com respectivo relatório onde são especificadas todas as informações, dados, interpretações e conceitos relativos a este trabalho.

Tem o presente estudo a finalidade de auxiliar aqueles que pretendem conhecer os solos da região, para possíveis projetos de utilização nos diversos aspectos relacionados com a agricultura, bem como contribuir para um melhor conhecimento geral de solos e conceitos a estes relacionados.

### 3.2 — CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área a que se refere o presente estudo abrange as partes norte dos Estados do Ceará e Piauí e pequena faixa pertencente ao Estado do Maranhão, na desembocadura do rio Parnaíba, compreendendo aproximadamente 42.480 km<sup>2</sup>.

Três cidades da área se distinguem pela importância que representam como pólos de desenvolvimento do Nordeste: Fortaleza, Sobral e Parnaíba. Além de constituírem redutos populacionais de grande expressão, destacam-se também pelo crescimento industrial, comercial e agropecuário, sendo também centros convergentes de turismo.

Destacam-se ainda as serras da Ibiapaba, Meruoca, Uruburetama e as próximas a Maranguape, como áreas potencialmente de grande importância agrícola em virtude das boas condições climáticas, onde as precipitações são mais elevadas e melhor distribuídas, propiciando o desenvolvimento de uma produção agrícola diversificada, em que se cultiva, com sucesso, até mesmo o café. Nas serras próximas a Fortaleza, a cultura da banana ainda é a mais importante.

A hidrografia da região merece destaque, já que proporciona, através das áreas dos vales de seus rios, como Curu, Acaraú, Coreaú e outros menores no Ceará, Longá e Piracuruca no Piauí, e, separando o Piauí do Maranhão, o rio Parnaíba, já em sua fase final de curso, um potencial muito grande para o desenvolvimento agrícola, onde manchas de solos aluviais se convertem em possibilidades de aproveitamento como fonte de produção de alimento para grande número de moradores, devido à sua boa fertilidade natural.

Os açudes também representam contribuição valiosa no desenvolvimento da região, fixando o homem em suas proximidades, em função da utilização da água e do pescado, tornando-se fontes de pesquisas da pesca, aproveitando-se os vales e drenos irrigados para a produção de alimentos, e até para recreação. Destacam-se, para a área estudada, os açudes Pereira de Miranda (ex-Pentecostes), Caxitoré, Aires de Souza, Forquilha, Acaraú-Mirim, Tucunduba e Parazinho.

Os aspectos geológicos, geomorfológicos e de vegetação, que caracterizam a área estudada, são comentados pelas respectivas divisões em relatórios individualizados contidos neste volume (vide 1 — Geologia, 2 — Geomorfologia e 4 — Vegetação).

#### 3.2.1 — Clima

O seu estudo em pedologia é fundamental, pois se constitui num dos principais elementos formadores do solo e, associado a este, determina a organização das propriedades agrícolas, principalmente indicando os limites econômicos das diversas culturas, em cada região.

No Nordeste, os parâmetros climáticos representam os fatores mais importantes e limitantes para o desenvolvimento agropecuário e variam de acordo com a situação geográfica.

No litoral a estação seca é atenuada pelas temperaturas amenas, devido à proximidade do mar, e pelas chuvas que caem e

ajudam a conservar, durante boa parte do ano, certo teor de umidade no solo. A temperatura média se apresenta entre 25° e 26°C, com valores máximos nos meses de setembro a fevereiro e as precipitações anuais são bastante significativas, com médias que ultrapassam 1.000 mm, com valores maiores nos meses de janeiro a junho. O número de meses com deficiência hídrica varia de 5 a 6.

Do litoral para o sertão as médias pluviométricas diminuem (inferiores a 1.000 mm, exceto nas áreas serranas) e a temperatura média anual torna-se um pouco maior, em geral em torno de 26° a 28°C. As chuvas no sertão são intensas e de curta duração, constituindo-se em verdadeiros aguaceiros durante poucas horas do dia. Dada a temperatura elevada e a escassa cobertura vegetal, grande parte desta água é rapidamente evaporada. O número de meses com deficiência hídrica varia de 6 a 8.

As serras existentes na área (Ibiapaba, Meruoca, Uruburetama, Baturité, Aratanha e outras menores) possuem uma privilegiada situação climática, com maior pluviosidade e temperaturas mais baixas, destacando-se a serra da Ibiapaba. As chuvas são influenciadas diretamente pelo relevo (altitudes entre 400 e 900 m), que, funcionando como obstáculo às massas de ar, é o responsável pela ocorrência de verdadeiros ambientes tropicais úmidos, dentro do sertão semi-árido. Nestas áreas, as temperaturas variam entre 20° e 24°C, o que proporciona, aliada às precipitações (entre 1.300 e 2.000 mm), condições para ocorrência, durante todo ano, de um considerável grau de umidade, desconhecendo-se assim o fenômeno das secas, tão característico na área do sertão.

No presente estudo, simplesmente se identificará a ocorrência dos principais tipos climáticos, baseando-se nos trabalhos de Köppen e de Gaussen.

#### 3.2.1.1 — Classificação de Köppen

Segundo esta classificação, a área estudada apresenta os seguintes tipos climáticos:

A) Aw' — Clima Tropical Chuvoso (quente e úmido com chuvas de verão e outono)

Este tipo de clima se caracteriza por apresentar temperatura média elevada, praticamente constante durante o ano, sendo a amplitude térmica inferior a 5°C. As temperaturas mais elevadas são apresentadas nos meses de novembro e dezembro, enquanto a mais baixa ocorre normalmente no início da estação seca, geralmente em julho.

As chuvas ocorrem no período de janeiro a junho, podendo prolongar-se até agosto, com máximas em março e abril.

Este clima ocorre em toda a área, predominantemente no litoral.

B) Amw' — Clima Tropical Chuvoso de Monção (a estação chuvosa se atrasa para o outono, em vez do verão)

Este tipo caracteriza um clima de bosque, com amplitude de até 8°C. É próprio de algumas costas montanhosas sujeitas, durante partes do ano, a uma monção rica em umidade que impede a temporada seca de comprometer a vegetação.

Normalmente verifica-se a ocorrência de um ou mais meses secos precedidos ou seguidos de outros chuvosos. As precipitações anuais são superiores a 1.000 mm.

Ocorre na região compreendida pelos municípios de Tianguá, Viçosa do Ceará, Ubajara, São Benedito e em situações especiais, dentro da área compreendida pelo tipo Aw', nas demais serras existentes (Meruoca, Uruburetama, Baturité, Aratanha, etc.).

C) BSw'h' — Clima Semi-Árido Quente

Apresenta pequenos períodos de chuvas sazonais que o levam a ser semi-árido em vez de árido.

A precipitação é escassa e mal distribuída, o que leva tal característica a ser mais perigosa nas terras semi-áridas do que nas áridas, pois, enquanto nesta são grandes os riscos à implantação de

explorações agrícolas, naquelas os anos ocasionalmente úmidos induzem os agricultores a instalar suas explorações, ocorrendo, posteriormente, os fracassos devido às secas.

As médias de temperatura nunca são inferiores a 24°C e a estação seca pode prolongar-se até 10 meses.

Ocorre na parte norte da região Sertão Centro-Norte, abrangendo municípios de Irauçuba, Cemoaba, General Sampaio, Santana do Acaraú, Sobral, Groaíras, Cariré, Piracuruca e Cocal.

### 3.2.1.2 — Classificação de Gaussen

Esta classificação permite um conhecimento mais apurado das condições climáticas nas diversas regiões do País, identificando uma correlação bastante importante das diferentes modalidades climáticas com os tipos de vegetação.

Além da precipitação e da temperatura, o método de Gaussen considera como fator importante a umidade atmosférica (inclusive orvalho e nevoeiro) com o que determina o índice xerotérmico, importante para a caracterização das diferentes modalidades climáticas. Esta classificação torna-se menos precisa, se não puder ser observado este último parâmetro, já que pode determinar modificações no citado índice (Galvão, 1967).

Segundo a classificação de Gaussen, a região estudada apresenta as modalidades 4ath, 4bth e 4cth, descritas da seguinte maneira:

4ath (Termoxeroquimênico acentuado) — Tropical Quente de seca acentuada, com estação seca longa, de 7 a 8 meses e índice xerotérmico variável entre 150 e 200. A curta estação chuvosa desta modalidade climática é uma seqüência das raras penetrações da Massa Equatorial Atlântica (mEa) e das descidas da Frente Intertropical (FIT) em fins de verão e outono. Corresponde à vegetação de caatinga seca (estepe), rica em cactáceas e bromeliáceas.

4bth (Termoxeroquimênico médio) — Tropical Quente de seca média de 5 a 6 meses e índice xerotérmico variável entre 100 e 150. A esta modalidade corresponde uma caatinga (estepe) mais branda, com fitofisionomia diferente das do clima 4ath, com maior quantidade de umbuzeiros e de xique-xique e expressiva ocorrência de representantes arbóreos como braúnas, aroeiras, angicos, etc.

4cth (Termoxeroquimênico atenuado) — Tropical Quente de seca atenuada, com estação seca curta de 3 a 4 meses e índice xerotérmico variável entre 40 e 100. A vegetação característica correspondente a esta modalidade é representada por cerrado (savana).

### 3.2.1.3 — Regimes de temperatura e umidade do solo

Para a correlação tentativa da classificação de solos usada, com a classificação americana, definida em "Soil Taxonomy" (1975), é necessária a identificação dos regimes de temperatura e umidade que ocorrem na área.

Assim, após verificadas as características de cada regime e comparado com os dados climáticos existentes, constatou-se a ocorrência dominante do regime de umidade ústico e, em alguns casos, áquico, údico e arídico e como regime de temperatura os tipos iso-hipertérmico e isotérmico.

## 3.3 — METODOLOGIA DO LEVANTAMENTO

O trabalho de levantamento de solos, em nível exploratório, segue, em geral, a metodologia utilizada em outros trabalhos do Projeto RADAMBRASIL. Devido a condições bem diferentes daquelas relativas à Amazônia, algumas modificações foram introduzidas e comentadas no corpo do relatório.

O material básico usado — imagem de radar — permite uma ótima visão do conjunto, destacando-se os padrões fisiográficos, notadamente relevo, drenagem e vegetação, o que possibilita um melhor delineamento.

### 3.3.1 — Trabalho de escritório

Uma pesquisa bibliográfica é feita para se obterem dados e informações que possam fornecer subsídios para um melhor conhecimento da região, riqueza de detalhes e aprimoramento do trabalho.

Paralelo a esta fase, interpretam-se preliminarmente os mosaicos de imagem de radar, em escala de 1:250.000, utilizando-se as respectivas faixas estereoscópicas, onde se observam os detalhes mais importantes que irão dar a forma do delineamento, ou seja, o relevo, rede de drenagem, vegetação, tonalidade e cultivos. Assim, em fase preliminar, tem-se um delineamento baseado em padrões fisiográficos. Este é transferido para o *offset*, onde também são plotadas as estradas, vilas, cidades e outros parâmetros que possam ajudar na orientação em campo; após os trabalhos de campo e definidas as associações de solos, é executada a reinterpretação final, o que possibilita o traçado final do delineamento das unidades de mapeamento e, com os resultados analíticos, confirmam-se as classes de solos, tornando possível a organização da legenda final. Segue a redução, do material, para a escala 1:1.000.000, com posterior transferência para uma base cartográfica *blue-line*, completando a fase de construção gráfica, onde são colocados todos os dados de identificação dos solos, bem como servirá de base para o Mapa de Aptidão Agrícola.

Para as áreas de difícil acesso ao mapeamento, consideraram-se basicamente as informações tiradas do padrão de imagem (relevo, vegetação, drenagem, tonalidade), correlação com o clima e a geologia, bem como as contidas no "Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará" (1973).

Sempre que possível foi feita uma comparação com outros levantamentos existentes na área, assim como uma correlação solo/geologia, no sentido de se obter um maior número de informações que possibilite um aperfeiçoamento do trabalho. Finalmente compõe-se o relatório.

### 3.3.2 — Trabalho de campo

Na área do trabalho, tentou-se percorrer todas as estradas existentes, bem como caminhos, estudando os solos em cortes existentes, trincheiras previamente abertas ou, quando não, através de coleta de amostras com o auxílio do trado, bem como anotar informações sobre o relevo, drenagem, vegetação, geologia, erosão, pedregosidade e uso atual, que ajudarão na caracterização das unidades e também auxiliarão no julgamento dos solos para uso agrícola.

Todas as observações e coletas de perfis são devidamente situadas e transcritas no *offset* utilizado em campo e anotadas em cadernetas próprias, o que proporciona um conhecimento bastante real da área trabalhada.

A descrição dos perfis coletados é feita segundo os conceitos constantes no "Soil Survey Manual" e no "Manual de Método de Trabalho de Campo" da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. A cor foi anotada com base na "Munsell Soil Color Charts".

Neste levantamento foram coletados 29 perfis de solos para efeito de classificação e 16 amostras para avaliação da fertilidade. Foram também consultados os perfis de solos constantes no "Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará" (1973), sendo alguns incluídos no relatório.

### 3.3.3 — Análise de laboratório

Os laboratórios usados para análise das amostras foram o do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS — EMBRAPA) e o da Superintendência de Desenvolvimento da Região Sul (SUDESUL).

O solo a ser analisado é submetido a uma secagem ao ar, desatorado, peneirado, separando-se as frações maiores que 2 mm de diâmetro; estas são separadas em calhaus (>20 mm) e casca-

lhos (2-20 mm). A amostragem cujo diâmetro é inferior a 2 mm, denominada terra fina seca ao ar, servirá para as análises físicas e químicas.

### 3.3.3.1 — Análises físicas

Composição granulométrica — Tratamento da amostra com agentes dispersantes, NaOH 1N a 6% (SNLCS) e solução alcalina de hexametáfosfato de sódio (SUDESUL), e posterior separação das frações areia (areia grossa por tamisagem e areia fina por diferença após sedimentação do silte e argila); a argila total foi obtida pelo método internacional da pipeta, modificado (SUDESUL) e de acordo com SNLCS, utilizando o hidrômetro de Bouyoucos, modificado segundo Vettori & Pierantoni (1968). O silte foi calculado por diferença, subtraindo-se de 100 as percentagens de argila total e areias fina e grossa. A argila dispersa em água foi obtida semelhante a argila total, porém sem a utilização dos dispersantes citados no tratamento da amostragem, bem como pré-tratamento para destruição da matéria orgânica, usando-se somente água destilada para a dispersão.

Grau de floculação — Calculado pela fórmula  $100(\text{Arg. total} - \text{Arg. natural})/\text{Arg. total}$ .

Equivalente de umidade — Determinado segundo o método clássico da centrífuga adotado pelo SNLCS, o qual determina a umidade retirada no solo (previamente encharcado) após este ter sido submetido a uma força centrífuga de 1.000 vezes a da gravidade.

### 3.3.3.2 — Análises químicas

Carbono orgânico — Determinado pelo método de Walkley & Black (1934), onde o bicromato de potássio atua sobre a matéria orgânica, oxidando-a (SUDESUL) e o SNLCS utiliza o método de Tiurim, baseado na ação oxidante do  $K_2Cr_2O_7$  em meio ácido na presença de  $Ag_2SO_4$  como catalisador, sobre a matéria orgânica do solo.

Nitrogênio total — Determinado pelo método de Kjeldahl, usando-se uma mistura de  $H_2SO_4$ ,  $CuSO_4$  e  $Na_2SO_4$  como solução digestora, para transformar o N da amostra em N amoniacal. Este é deslocado por NaOH e o amoníaco liberado é recolhido em solução de  $H_3BO_3$  a 4% e titulado com HCl ou  $H_2SO_4$  0,01N (Vettori, 1969).

pH — Determinado em água e em solução normal de KCl 1N na proporção de 1:1 (SUDESUL); o SNLCS usa esta última na proporção de 1:2,5.

Carbonatos — Determinados volumetricamente com auxílio do calcímetro de Collins (Dewis & Freitas, 1970).

Fósforo assimilável — Determinado pelo método da Universidade de Carolina do Norte (Vettori, 1969).

Cálcio e magnésio trocáveis — Extraídos com solução de KCl N a pH 7,0 e  $NH_4OAc$  N a pH 7,0 (SUDESUL) e com KCl N (SNLCS), e titulados imediatamente com EDTA 0,0125M.

Sódio e potássio trocáveis — Extraídos com  $NH_4OAc$  N a pH 7,0 e HCl 0,05N (SUDESUL) e HCl 0,05N (SNLCS) e dosados por fotometria de chama.

Valor S (soma de bases permutáveis) —  $Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+2}$  e  $Na^{+}$ .

Valor T — Soma de bases permutáveis (S) acrescida de  $Al^{+3}$  e  $H^{+}$ .

Valor V (saturação de bases) — Calculado pela fórmula  $V\% = (S \times 100)/T$ .

Acidez total e trocável — Determinada a pH 8,0 pelo cloreto de bário, tamponado com trietanolamina, e a pH 7,0 pela diferença entre a capacidade total de troca de cátions, obtida pelo acetato de amônia, e a soma de bases (SUDESUL) e a pH 7,0 pelo acetato de cálcio normal (SNLCS).

Hidrogênio e alumínio trocáveis — Tratamento da amostra com solução de acetato de cálcio normal a pH 7,0 e titulação com NaOH 0,1N obtendo-se  $H^{+} + Al^{+3}$ . O alumínio é determinado a partir da

extração com KCl 1N de uma amostra de tfsa e titulado com NaOH 0,01N tendo como indicador o azul de bromotimol (SNLCS). Pela SUDESUL, a amostra é percolada com uma solução normal de KCl e posterior titulação do percolado com solução de NaOH, usando-se fenolftaleína como indicador e após isto a complexação do alumínio pelo fluoreto de sódio 1N e posterior liberação de quantidade equivalente de álcali que será titulada com HCl padronizado. O hidrogênio é obtido pela diferença.

Saturação com alumínio trocável — Calculada pela fórmula  $(100 \times Al^{+3})/(Al^{+3} + S)$ .

Saturação com sódio — Obtida através da fórmula  $100.Na^{+}/T$ .

$Al_2O_3$  — Após ataque sulfúrico, são separados os metais pesados com NaOH a 30% em excesso; uma alíquota do filtrado foi neutralizada com HCl e o Al foi determinado volumetricamente pelo EDTA.

$Fe_2O_3$  — Após ataque sulfúrico, determinado pelo método do bicromato de potássio, usando-se difenilamina como indicador e cloreto estano como redutor.

$SiO_2$  — Após separada dos sesquióxidos, foi obtida por processo colorimétrico ou gravimétrico.

$TiO_2$  — Após ataque sulfúrico, determinado pelo método clássico da água oxigenada, após aquecimento para eliminação da matéria orgânica pela adição gota a gota de uma solução concentrada de  $KMnO_4$ .

$$K_i = \frac{SiO_2\%}{Al_2O_3\%} \times 1,7 \quad \text{e} \quad K_r = \frac{SiO_2\%}{Al_2O_3\% + 0,6375 \times Fe_2O_3\%} \times 1,7$$

### 3.3.3.3 — Análise para avaliação da fertilidade

A análise utilizada baseou-se no método da Universidade de Carolina do Norte para fósforo e potássio, e o método adaptado por Vettori (1969) para cálcio, magnésio e alumínio.

## 3.4 — SOLOS

As normas adotadas para a caracterização das unidades taxonômicas, descrição das classes de solos, conceituações auxiliares na descrição dos solos e informações sobre litologia, erosão, drenagem, muito importantes ao estudo dos solos, são citadas e comentadas neste capítulo.

### 3.4.1 — Critérios de classificação dos solos

A classificação de solos está baseada nas normas seguidas pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS — EMBRAPA) e nos critérios estabelecidos na "Soil Taxonomy" (1975).

Algumas conceituações são definidas a seguir, já perfeitamente inseridas em todos os trabalhos de classificação de solos, e que orientam e auxiliam aqueles que a usam.

Eutrófico — Caracteriza solos de fertilidade média e alta que apresentam saturação de bases (V%) maior que 50%.

Distrófico — Utilizado para caracterizar solos de fertilidade baixa com saturação de bases (V%) menor que 50%.

Álico — Usado para caracterizar solos que possuem saturação com alumínio  $(100 \times Al^{+3})/(Al^{+3} + S)$  maior do que 50%.

Para verificar se um solo é eutrófico, distrófico ou álico, consideram-se a saturação de bases (V%) e saturação com alumínio do horizonte B ou do C quando não existe B e, ainda, do horizonte A de alguns solos, principalmente o caso dos Solos Litólicos.

Abruptico — Indica uma mudança textural abrupta entre os horizontes A e Bt, que representa uma característica distintiva de unidades de solo, em que há exagerado aumento de argila, num pequeno intervalo de distância, na zona limítrofe entre o horizonte A (normalmente um A2) e o horizonte subjacente (Camargo, 1977).

Caracteriza-se esta mudança quando o horizonte álico ou o *epipedon* ócrico possuir menos de 20% de argila, e o horizonte ar-



gílico tiver o dobro deste teor, numa profundidade igual ou menor que 7,5 cm. No caso daqueles possuírem mais de 20%, o aumento da argila no horizonte argílico subjacente não poderá ser menor que 20%, além do que, em alguma parte deste, deve se constatar um subhorizonte com o dobro do conteúdo de argila apresentado pelo *epipedon* ócrico ou o horizonte álbico.

**Plíntico** — Caracteriza solos em que há horizonte com presença de plintita.

**Vértico** — Caráter usado para as classes de solos que são intermediários para o Vertissolo.

**Solódico** — Indica que os solos possuem saturação com sódio ( $100 \cdot Na^+ / T$ ) entre 6 e 15% na parte subsuperficial. Normalmente usado para a classe dos Planossolos.

**Latossólico** — Usado para indicar que o solo possui características intermediárias para o Latossolo.

**Cascalhento** — Usado para caracterizar os solos que apresentam quantidades significativas de cascalho.

**Concrecionário** — Usado para indicar solos que apresentam a camada arável livre ou com poucas concreções possuindo, no entanto, até abundantes concreções com a profundidade.

**Argila de atividade alta** — Considerada assim quando a capacidade de permuta de cátions (valor T), após correção para carbono, é superior a 24mE/100g de argila.

**Argila de atividade baixa** — Quando a capacidade de permuta de cátions (valor T), após correção para carbono, for menor que 24mE/100g de argila.

**Tipos de horizonte A:**

**Chernozêmico** — Corresponde à definição de *epipedon* mólico da classificação americana de solos, exceto quanto à relação C/N que é mais baixa nos solos do nordeste do Brasil.

**Proeminente** — Corresponde à caracterização dada para *epipedon* úmbrico da classificação americana de solos.

**Moderado** — Este horizonte tem sua definição semelhante à dada ao *epipedon* ócrico da classificação americana de solos.

**Fraco** — Caracterizado também pelo conceito atribuído a *epipedon* ócrico da classificação americana de solos, diferindo do A moderado por apresentar: teores muito baixos de matéria orgânica, estrutura maciça ou em grãos simples ou fracamente desenvolvida e coloração normalmente mais clara que a do horizonte A moderado. Ocorre na maioria dos solos da zona semi-árida.

**Relação textural** — Representa a relação da média das percentagens de argila do horizonte B, excluindo o B3, pela média das percentagens de argila do horizonte A.

**Classes texturais** — Para subdivisão das classes de solos de acordo com a textura, consideraram-se as seguintes classes texturais:

— textura muito argilosa: quando apresentam mais de 60% de argila;

— textura argilosa: são considerados de textura argilosa os solos que apresentam uma ou mais das seguintes classes (entre 35 e 60% de argila): argila, argila arenosa e franco-argilosa com mais de 35% de argila;

— textura média: quando apresentam uma ou mais das seguintes classes texturais (entre 15 e 35% de argila): franco, franco-argilo-arenosa, franco-argilosa com menos de 35% de argila e franco-arenosa com mais de 15% de argila;

— textura arenosa: quando apresentam menos de 15% de argila: areia, areia franca e franco-arenosa com menos de 15% de argila;

— textura com cascalho: indica a presença de cascalho em percentagens relativamente baixas (entre 6 e 15%) na maioria dos horizontes do perfil; e

— textura cascalhenta: indica que o solo apresenta entre 15 e 50% de cascalhos na maioria dos horizontes do perfil.

**Classificação dos solos pela "Soil Taxonomy"** — Para o emprego da Taxonomia de Solos, 1975, visando a uma classificação tentativa das unidades pedogenéticas pelo sistema americano, até o nível de subgrupo, fez-se necessário correlacionar a CTC

(capacidade de troca de cátions) obtida pelo método proposto por Vettori (1969) com a CTC que seria obtida usando-se a metodologia de análise da "7<sup>th</sup> Approximation" (1960). Pelo primeiro método, a acidez trocável é determinada por agitação com o acetato de cálcio 1N a pH 7,0 e, pelo segundo, a acidez é calculada por percolação de cloreto de bário tamponado a pH 8,2 com trietanolamina, conferindo diferentes resultados na obtenção final da CTC.

Bennema (1966) comparou os dois métodos, indicando as correspondências existentes entre os diferentes valores de capacidade de troca de cátions e da saturação de bases, usados como características diferenciais na classificação brasileira e americana.

#### 3.4.2 — Descrição das classes de solos

As classes de solos representativas da área estudada são descritas a seguir, baseando-se nos trabalhos de campo executados pela Divisão de Pedologia do Projeto RADAMBRASIL e apoiado em trabalhos publicados — (Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973), (Superintendência do Desenvolvimento do Estado do Ceará, 1974), (Araujo *et alii*, 1973) e (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1975) — acompanhados de perfis das unidades, bem como suas descrições morfológicas e resultados analíticos.

##### 3.4.2.1 — Latossolo Amarelo distrófico

Solos minerais, não hidromórficos, que apresentam horizonte B latossólico, correspondendo em parte ao horizonte óxico da classificação americana, que se caracteriza pelo avançado grau de intemperismo, sendo predominantemente composto por sesquióxidos, minerais de argila do tipo 1:1, quartzo e outros mais resistentes. Apresentam baixa relação silte/argila e conteúdo de argila natural reduzido, o que determina alto grau de flocculação. Possuem baixa capacidade de troca de cátions, baixa soma de bases trocáveis, muito baixo teor de  $Fe_2O_3$ , ausência de cerosidade revestindo os elementos estruturais e pequena diferenciação textural.

Em geral são bastante ácidos, bem acentuadamente drenados, profundos, de fertilidade natural baixa, bastante porosos e permeáveis, com seqüência de horizontes A, B e C e transições geralmente difusas.

O horizonte A é fraco ou moderado, correspondendo ao *epipedon* ócrico da classificação americana, de textura arenosa ou média, coloração clara, geralmente no matiz 10YR; estrutura em grãos simples, ou fraca a moderadamente desenvolvida, pequena, granular ou em blocos subangulares; consistência, em solo seco, é solto a ligeiramente duro, muito friável, em solo úmido, e não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a pegajoso, quando molhado.

O horizonte B apresenta coloração nos matizes 10YR e 7.5YR, nas tonalidades brunadas e amareladas; textura normalmente média; estrutura fraca, muito pequena e pequena, granular, podendo se apresentar com aspecto maciço; o grau de consistência, em solo seco, é de ligeiramente duro a duro, muito friável, em solo úmido, e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, em solo molhado.

Encontram-se geralmente nos "tabuleiros" da zona úmida costeira, derivados de material do Grupo Barreiras, associados a Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico abrupto plíntico e Podzólico Acinzentado distrófico sob vegetação de Estepe, em relevo plano e suave ondulado.

Apesar de fisicamente apresentarem boas características, as maiores limitações ao uso agrícola destes solos decorrem da baixa fertilidade natural e problemas ligados à acidez.

A pecuária extensiva constitui ainda o principal uso agrícola atual destes solos, destacando-se também culturas de subsistência como mandioca e milho.

### 3.4.2.2 — Latossolo Vermelho-Amarelo álico e distrófico

Abrange solos não hidromórficos com horizonte B latossólico, correspondente em parte ao horizonte óxico da classificação americana, bem desenvolvidos, ácidos, bem acentuadamente drenados, profundos a muito profundos, friáveis ou muito friáveis, bastante porosos e normalmente de baixa fertilidade natural. Apresentam alto grau de intemperização do material do solo, do que decorre uma baixa relação molecular  $SiO_2/Al_2O_3(Ki)$  na fração argila, normalmente inferior a 2,2; predomínio de sesquióxidos com minerais de argila 1:1 (grupo da caulinita) na fração mineral coloidal; ausência de cerosidade devido à pouca mobilidade da fração argila; baixa capacidade de permuta de cátions (valor T); baixo conteúdo (<4%) de minerais primários menos resistentes ao intemperismo, exceto quartzo, magnetita e ilmenita; baixo teor de argila natural (argila dispersa em água), apresentando conseqüentemente um alto grau de floculação.

A seqüência dos horizontes nos perfis normalmente é A, B e C, atingindo profundidades superiores a 200 cm e com predominância de transições difusas e graduais entre os subhorizontes.

Possuem o horizonte A freqüentemente fraco ou moderado (corresponde ao *epipedon* óxico da classificação americana), geralmente subdividido em A1 e A3. A espessura varia normalmente de 25 a 75 cm, com cores bruno-escuro, cinzento muito escuro, bruno-acinzentado-escuro, bruno-amarelado-escuro e bruno-amarelado, no matiz 10YR, valores de 3 a 5 e cromas de 2 a 6. A textura é predominantemente franco-arenosa; a estrutura dominante é fraca a muito fraca pequena granular, às vezes apresentando blocos subangulares ou maciça porosa; o grau de consistência para solo úmido normalmente é friável, e não plástico ou ligeiramente plástico e não pegajoso ou ligeiramente pegajoso, para solo molhado.

O horizonte B tem espessura média em torno de 250 cm, comumente subdividido em B1, B2 (B21, B22, B23), cores bruno-escuro, bruno-amarelado-escuro, bruno-amarelado, amarelo-avermelhado e vermelho-amarelado, nos matizes 5YR, 7.5YR e 10YR, valores de 4 a 7 e cromas de 3 a 8. A textura é da classe franco-argilo-arenosa e franco-arenosa; a estrutura apresenta na maioria dos casos o aspecto maciça porosa pouco coesa *in situ* e, em alguns casos, fraca pequena, granular ou em blocos subangulares; o grau de consistência é ligeiramente duro em solo seco, muito friável a friável com o solo úmido, e ligeiramente plástico ou plástico e ligeiramente pegajoso ou pegajoso em solo molhado.

Dentro da unidade Latossolo Vermelho-Amarelo ocorrem as variações álico e distrófico.

A ocorrência dos Latossolos Vermelho-Amarelos está associada a relevo plano e suave ondulado, sob vegetação de Floresta e Cerrado Savana/Floresta/Estepes, com predominância na chapada da Ibiapaba, onde é muito utilizado com culturas de subsistência (mandioca, milho e feijão), culturas de café, pimenta-do-reino, fruticultura, e com pecuária extensiva.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos, correspondem ao grande grupo dos *Haplustox*.

#### PERFIL N.º 09

Classificação — Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco textura média. *Allic (Quartzipsammentic) Haplustox*.

Localização — Lado direito da BR-343, a 6,3 km do cruzamento ao norte de Piracuruca, no sentido de Parnaíba. Município de Piracuruca — Pl. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em trincheira, em local com declividade menor que 2% (topo de tabuleiro), e erosão praticamente nula a laminar ligeira.

Formação geológica e litologia — Devoniano. Formação Cabeças.

Material originário — Produtos de alteração de arenitos e argilitos.

Relevo — Plano.

Pedregosidade — Ausente.

Drenagem — Bem drenado.

Cobertura vegetal — Savana Arbórea Densa.

Uso atual — Pastagem natural.

A1	0-15 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e cinzento (10YR 5/1, seco); areia franca; fraca muito pequena e pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
A3	15-25 cm; bruno (10YR 5/3, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); franco-arenosa; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.
B1	25-40 cm; bruno (10YR 5.5/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6.5/3, seco); franco-arenosa; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
B21	40-70 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6.3/5, úmido) e bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3, seco); franco-arenosa; aspecto maciço poroso moderadamente coeso <i>in situ</i> que se desfaz em fraca média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
B22	70-160 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido) e bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, seco); franco-arenosa; aspecto maciço poroso moderadamente coeso <i>in situ</i> que se desfaz em fraca média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
B23	160-200 cm*; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, úmido) e bruno muito claro-acinzentado (10YR 8/3, seco); franco-arenosa; aspecto maciço poroso moderadamente coeso <i>in situ</i> que se desfaz em fraca média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso.
B3	280-300 cm; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, úmido), franco-arenosa.
Raízes:	comuns finas e médias até o A3, poucas finas e médias no B1, diminuindo até o B22.
Obs.:	no B22 poucos nódulos de cor avermelhada com diâmetro aproximado de 0,5 a 1 cm, aumentando em quantidade com a profundidade; presença de murundus na região; usou-se o trado (fundo de trincheira) para a coleta do B3.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SUDESUL (06534-06540)

Horizonte	Granulometria %									
	Símb.	Prof. cm	Casc. >2 mm	Areia muito grossa		Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina			Areia muito fina 0,1-0,05 mm
2-1 mm				1-0,5 mm	2-0,2 mm		0,25-0,1 mm	0,2-0,02 mm	0,2-0,05 mm	
A1	0-15	0,0	0,5	0,5	3,0	1,2	23,4	86,1	72,0	49,4
A3	-25	0,0	0,1	0,4	2,7	1,5	29,4	81,7	65,1	36,4
B1	-40	0,0	0,0	0,4	2,1	1,1	25,2	78,2	62,9	38,5
B21	-70	0,0	0,0	0,4	2,4	1,2	27,7	78,2	58,9	32,0
B22	-160	0,0	0,2	0,5	2,2	1,2	25,5	76,3	60,9	35,7
B23	-200	0,0	0,1	0,7	31,3	29,1	17,1	40,6	18,8	3,1
B3	-300	0,0	0,2	0,3	2,0	1,0	26,0	78,5	59,6	34,1

Granulometria %				Arg. nat. %	Grau de floc. %	Silte (0,05-0,002) Argila	Carbonatos	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup> T	C %	N %
0,05-0,002 mm	0,02-0,002 mm	Arg. <0,002 mm	H <sub>2</sub> O					KCl				
19,0	4,9	6,0	2,0	66,6	3,16	0	5,4	4,2	>1	0,8	0,06	
20,3	3,7	11,9	3,2	73,1	1,70	0	5,2	4,2	>1	0,3	0,03	
19,1	3,8	15,9	4,0	74,8	1,20	0	5,2	4,2	>1	0,2	0,02	
22,3	3,0	16,4	6,1	62,8	1,35	0	5,1	4,2	>1	0,2	0,02	
18,6	3,2	18,3	4,7	74,3	1,01	0	5,2	4,3	>1	0,1	0,01	
31,1	9,3	18,8	4,8	74,4	1,65	0	5,5	4,3	1	0,1	0,01	
22,7	3,8	15,7	4,6	70,7	1,44	0	5,5	4,6	1	0,1	0,01	

MO %	C/N	Complexo sortivo mE/100g									
		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		S1	S2
		NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl
1,37	13	0,60	0,45	0,40	0,33	0,08	0,06	0,03	0,02	1,11	0,86
0,51	10	0,37	0,30	0,03	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	0,47	0,40
0,34	10	0,15	0,12	0,05	0,03	0,05	0,04	0,02	0,01	0,27	0,20
0,34	10	0,15	0,12	0,06	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01	0,28	0,17
0,17	10	0,16	0,10	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,24	0,15
0,17	10	0,18	0,10	0,06	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,28	0,14
0,17	10	0,30	0,15	0,02	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	0,39	0,19

Al <sup>3+</sup> (KCl)	Complexo sortivo mE/100 g								V %		100.Al <sup>3+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>
	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal		V %		Al <sup>3+</sup> +S1	Al <sup>3+</sup> +S2		
	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7				
0,2	4,58	2,82	5,69	3,93				19	28	15	19	
0,3	3,18	2,57	3,65	3,04				13	15	39	43	
0,3	3,51	2,04	3,78	2,31				7	12	53	60	
0,6	3,12	2,00	3,40	2,28				8	12	68	78	
0,5	2,04	1,76	2,28	2,00				10	12	68	77	
0,3	1,10	0,72	1,38	1,00				20	28	52	68	
0,2	1,00	0,45	1,39	0,84				28	46	34	51	

PERFIL N.º 5

Número de campo — 60 CE. Data — 1968.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (álico) A proeminente textura média fase Floresta subperenifólia relevo plano.

Localização — Margem direita da estrada Tianguá—Frecheirinha, a 4,0 km de Tianguá. Município de Tianguá.

Situação e declividade — Trincheira a 30 m da estrada na parte leste da chapada, em área com declividade variando entre 0 e 3%.

Formação geológica e litologia — Siluriano—Devoniano Inferior. Formação Serra Grande. Arenitos.

Material originário — Arenito.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 800 m.

Drenagem — Fortemente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Erosão — Não aparente.

Vegetação local — Floresta subperenifólia com predomínio de: babaçu, guabiraba, conduru, espinheiro, gonçalves, frei-jorge, gorona, piquiniju, angélica, unha-de-gato, folhadura, capim-brabo, cipó, assa-peixe.

Vegetação regional — Floresta subperenifólia e culturas.

Uso atual — Cultura de milho, feijão, mandioca, batatinha, café e fruticultura, além de alguma exploração florestal.

Horizonte	Descrição
A11	0-10 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido), bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco-arenosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos, pequenos e médios, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
A12	10-25 cm; bruno-escuro (10YR 3/3, úmido); franco-arenosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos, pequenos e médios; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
A3	25-75 cm; bruno-escuro (9YR 4/3, úmido); franco-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; muitos poros muito pequenos e médios; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.

- B1 75-130 cm; bruno-escuro (8,5YR 4/4, úmido); franco-argilo-arenosa; muito pequena granular com aspecto maciço poroso pouco coeso *in situ*; muitos poros muito pequenos e pequenos; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- B21 130-180 cm; bruno-amarelado (9YR 5/6, úmido); franco-argilo-arenosa; muito pequena granular com aspecto maciço poroso pouco coeso *in situ*; muitos poros muito pequenos e pequenos; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- B22 180-350 cm; bruno-amarelado (9YR 5/8, úmido); franco-argilo-arenosa; muito pequena granular com aspecto maciço poroso pouco coeso *in situ*; muitos poros muito pequenos e pequenos; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.
- Raízes: abundantes nos horizontes A11 e A12, muitas no A3; poucas nos horizontes B1 e B21 e raras no B22.
- Obs.: observam-se pequenas manchas escuras no subhorizonte A12; o subhorizonte B1 apresenta ligeiro adensamento; o perfil foi coletado em época chuvosa.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (4498-4503)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0.20 mm	Areia fina 0.20-0.05 mm	Silte 0.05-0.002 mm	Argila <0.002 mm				
A11	0	0	100	30	49	11	10	5	1,10	50	
A12	-25	0	x	100	26	49	11	14	10	0,79	29
A3	-75	0	0	100	25	46	11	18	10	0,61	44
B1	-130	0	x	100	21	47	12	20	16	0,60	20
B21	-180	0	x	100	22	45	11	22	16	0,50	27
B22	-350	0	x	100	22	44	12	22	12	0,55	45

Horizonte	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0.20 mm	Areia fina 0.20-0.05 mm	Silte 0.05-0.002 mm	Argila <0.002 mm	Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
A11	0-10	0	0	100	30	49	11	10	5	1,10	50
A12	-25	0	x	100	26	49	11	14	10	0,79	29
A3	-75	0	0	100	25	46	11	18	10	0,61	44
B1	-130	0	x	100	21	47	12	20	16	0,60	20
B21	-180	0	x	100	22	45	11	22	16	0,50	27
B22	-350	0	x	100	22	44	12	22	12	0,55	45

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1,68	0,15	2,01	11	4,1	3,4	1,0	0,17	0,02	2,05	1,72	5,29	
0,62	0,07	1,06	9	6,6	5,3	1,4	0,40	0,02	2,12	1,82	5,91	
0,42	0,05	0,72	8	6,8	6,1	1,6	0,29	0,02	1,89	1,62	5,98	
0,34	0,04	0,58	9	8,2	7,4	2,0	0,34	0,02	1,89	1,62	5,80	
0,25	0,03	0,43	8	8,6	8,1	2,2	0,35	0,02	1,80	1,54	5,75	
0,25	0,03	0,43	8	8,8	8,4	1,9	0,38	0,01	1,78	1,56	6,93	

H <sub>2</sub> O	KCl1N	Complexo sortivo mE/100g								V %
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	
5,8	4,8	4,7	1,0	0,21	0,18	6,1	4,5	0	10,6	58
5,0	4,1	1,0	0,5	0,09	0,03	1,6	2,3	0,4	4,3	37
5,4	4,0	0,9	0,8	0,05	0,10	1,9	3,1	0,4	5,4	
4,9	3,7		0,8	0,05	0,12	1,0	2,8	1,1	4,9	
5,0	3,6		1,0	0,15	0,14	1,3	1,6	1,5	4,4	
4,9	3,7		0,9	0,03	0,10	1,0	1,2	1,4	3,6	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S									
2	0	—	—						4	10
<1	20	—	—						1	9
2	17	—	—						1	10
2	52	—	—						1	12
3	54	—	—						1	14
3	58	—	—						1	11

### 3.4.2.3 — Terra Roxa Estruturada Similar eutrófica

Estes solos apresentam um horizonte B textural, não hidromórfico, argila de atividade baixa, gradiente textural relativamente baixo, profundos, com pequena distinção entre os horizontes, normalmente de textura argilosa, bem drenados, cerosidade nas superfícies dos elementos estruturais e cores avermelhadas, geralmente vermelha e vermelho-escura.

Diferem da Terra Roxa Estruturada pelo material de origem. Enquanto estas são desenvolvidas a partir de basaltos, diabásio, gábro e normalmente têm teores elevados em  $Fe_2O_3$ , a Terra Roxa Estruturada Similar é derivada de rochas de caráter não básico.

Apresentam seqüência de horizontes A, Bt e C. O horizonte A possui espessura em torno de 10 a 30 cm, apresentando-se moderado ou fraco, às vezes subdividido em A1 e A3. A coloração deste horizonte, em solo úmido, via de regra apresenta-se avermelhada, pouco mais escura que as cores do B; a textura é argilosa ou média; a estrutura é fraca ou moderada, pequena a média, granular ou em blocos subangulares e grau de consistência duro a muito duro (raramente macio) quando seco, muito friável ou friável, em solo úmido, e plástico e pegajoso, em solo molhado. A transição para o horizonte B é plana e gradual.

O horizonte B apresenta uma espessura geralmente superior a 150 cm, subdividido em B1, B2 e B3. Apresenta coloração, em solo úmido, vermelha em várias tonalidades. A textura é argilosa e a estrutura mais comum é prismática composta de blocos angulares e subangulares, variando de moderada a forte e de média a grande; a cerosidade varia de comum a abundante e de fraca a forte; consistência ligeiramente duro a muito duro, em solo seco, muito friável ou friável, quando úmido, e muito plástico a muito pegajoso, quando molhado.

Ocorrem em pequenas manchas no vale de Quatiguaba, associados a Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, em relevo suave ondulado e ondulado, sob vegetação de Floresta, sendo muito cultivados com cana-de-açúcar, milho, feijão e ainda com pastagem, suporte para pecuária de leite.

### 3.4.2.4 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e álico

Esta classe compreende solos minerais com horizonte B textural ou horizonte argílico, este definido pela "Soil Taxonomy" (1975), não hidromórficos, bem desenvolvidos, ácidos, profundos ou medianamente profundos, geralmente bem drenados (exceto os de caráter plíntico que são moderadamente a imperfeitamente drenados), com argila de atividade baixa (Tb), ou seja, capacidade de troca de cátions, após correção para carbono, inferior a 24mE/100g de argila.

Possuem seqüência de horizontes A, Bt e C, podendo o A ser subdividido em A1 e A3 ou A1 e A2, e o B em B1, B2 e B3.

O horizonte A destes solos apresenta-se fraco a moderadamente desenvolvido, com espessura entre 15 e 55 cm, podendo ocorrer mais espessos em alguns solos de caráter abrupto (25 a 105 cm); a coloração do solo é muito variada, indo desde vermelho-amarelado até bruno-acinzentado-escura, nos matizes 5YR, 7.5YR e 10YR, valores de 3 a 6 e cromas de 2 a 6; neste horizonte a textura mais comum é arenosa ou média, raramente argilosa; a estrutura, em solos com A moderado, geralmente é de fraca a forte, pequena a grande, granular; e o grau de consistência ligeiramente duro a muito duro, quando seco, friável, quando úmido, e não plástico a plástico e não pegajoso a pegajoso, quando molhado; nos solos com A fraco a estrutura normalmente apresenta-se maciça, pouco ou muito pouco coesa, ou em grãos simples, ou ainda fraca a muito fraca, pequena, granular; a consistência varia de solto a ligeiramente duro, quando seco, solto a muito friável, quando úmido. A transição para o B varia de abrupta a difusa.

O horizonte B tem sua profundidade variando entre 50 e 220 cm, subdividido geralmente em B1, B21, B22 e B23. Sua coloração situa-se entre amarela e vermelha, matizes de 2.5YR a 10YR, valores de 3 a 6 e cromas de 3 a 8, sendo que em solos com plintita (Bt<sub>pl</sub>) a coloração é variegada, com mosqueados abundantes, sobressaindo as cores vermelho e vermelho-amarelado. É um horizonte de textura argilosa ou média, apresentando estrutura fraca ou moderada, pequena e média, granular e/ou em blocos subangulares e angulares, ocorrendo maciça coesa em alguns solos com plintita; ocasionalmente apresenta cerosidade fraca a comum; o grau de consistência é macio a duro, em solo seco, muito friável a firme, em solo úmido, ligeiramente plástico ou plástico e ligeiramente pegajoso ou pegajoso, quando molhado.

Dentro desta unidade de solos destacam-se as variações abrupto, plíntico, cascalhento, concrecionário e fase pedregosa.

Ocorre também na área a unidade Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico distrófico e álico, que é intermediária para Latossolo Vermelho-Amarelo. Apresenta horizonte B textural, porém com menor diferenciação de horizontes, menor gradiente textural e maior profundidade do perfil.

O uso agrícola destes solos, em geral, se faz com culturas de subsistência (mandioca, milho e feijão), cultivo de cajueiro e com pastagem para suporte de pecuária extensiva, bem como pecuária leiteira na área próxima a Fortaleza.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos, correspondem aos grandes grupos dos *Paleustults* e *Haplustults*.

#### PERFIL N.º 25

Classificação — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A fraco textura arenosa/média. (*Oxic Arenic*) *Paleustult*.

Localização — A 34 km de Icarai, próximo à localidade de Cariri, Município de Itapipoca — CE. Folha SA.24-Y-D.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado com trado de caneco em local com declividade de 0-2% e erosão praticamente nula.

Formação geológica e litologia — Terciário, Grupo Barreiras.

Material originário — Sedimentos areno-argilosos.

Relevo — Plano.

Drenagem — Acentuadamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Estepe Arbórea Aberta.

Uso atual — Vegetação natural.

A1	0-30 cm; bruno (10YR 5/3, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); areia; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição difusa.
A3	30-50 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido) e bruno muito claro-acinzentado (10YR 6,5/4, seco); areia franca; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição gradual.
B1	50-75 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido) e bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, seco); franco-arenosa; fraca pequena granular e em blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual.
B21	75-105 cm; bruno-amarelado (10YR 6/6, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular e em blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
B22	105-135 cm; bruno-amarelado (10YR 6/6, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular e em blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual.
B23	135-175 cm; amarelo-avermelhado (7.5YR 6/6, úmido), mosqueado pouco pequeno e médio distinto vermelho-amarelado (5YR 5/8); argila arenosa; fraca média e pequena granular e em blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso.
Raízes:	comuns e finas no A1 e A3.



Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (77.2577-2582)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Simb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-30	0	2	98	65	24	3	8	4	0,38	50
A3	-50	0	2	98	63	17	8	12	7	0,67	42
B1	-75	0	2	98	54	23	7	16	13	0,44	19
B21	-105	0	2	98	54	17	4	25	20	0,16	20
B22	-135	0	2	98	54	14	4	28	22	0,14	21
B23	-175	0	2	98	44	16	5	35	22	0,14	37

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					KI	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,17	0,04	0,29	4	2,8	2,2	0,6	0,24	2,16	1,84	5,68		
0,17	0,04	0,29	4	4,8	3,7	0,7	0,29	2,20	1,97	8,25		
0,16	0,04	0,27	4	6,5	5,8	0,9	0,37	1,90	1,73	10,16		
0,15	0,04	0,26	4	10,8	8,2	2,0	0,47	2,24	1,94	6,43		
0,16	0,04	0,27	4	11,8	9,8	1,6	0,54	2,05	1,85	9,61		
0,16	0,04	0,27	4	14,7	12,5	1,7	0,65	2,00	1,84	11,56		

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	
4,8	3,9	0,4	0,05	0,02	0,5	0,7	0,2	1,4	36	
4,5	3,8	0,5	0,05	0,02	0,6	0,6	0,5	1,7	35	
4,5	3,7	0,3	1,26	0,09	1,7	0,5	0,7	2,9	59	
4,8	3,7	0,4	0,12	0,04	0,6	0,8	0,6	2,0	30	
4,8	3,8	0,6	0,10	0,02	0,7	0,8	0,4	1,9	37	
4,8	4,0	0,7	0,07	0,02	0,8	0,9	0,3	2,0	40	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S			← mE/100g →						
1	29							<1	3	
1	45							<1	5	
3	29							<1	7	
2	50							<1	10	
1	36							<1	11	
1	27							<1	14	

PERFIL N.º 11

Classificação — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A fraco textura arenosa/média. *Oxic Paleustult*.

Localização — A 1 km do povoado de Bom Princípio, na estrada para São Miguel. Município de Parnaíba — Pl. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil de trincheira, em local com declividade menor que 2% e erosão praticamente nula.

Formação geológica e litologia — Siluriano—Devoniano Inferior. Formação Serra Grande.

Material originário — Arenitos

Relevo — Plano.

Drenagem — Bem drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Estepe Arbórea Densa.

Uso atual — Vegetação natural.

- A1 0-20 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2,5, úmido), bruno-acinzentado (10YR 5,5/2, seco) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco amassado); areia; maciço poroso que se desfaz em grãos simples; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.
- A2 20-38 cm; bruno (10YR 4/3, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco amassado); areia franca; maciço poroso que se desfaz em fraca pequena granular e em grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- AB 38-60 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); areia franca; fraca pequena granular; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- B1 60-90 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco-arenosa; fraca pequena e média granular e blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- B21 90-140 cm; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido) e amarelo (10YR 7,5/6, seco); franco-argilo-arenosa; fraca e moderada pequena e média blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- B22 140-170 cm; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido) e amarelo (10YR 7,5/6, seco); franco-argilo-arenosa; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso.
- Raízes: poucas e finas no A1, poucas e médias no A2, poucas médias e grossas no AB e poucas e médias no B1.
- Obs.: rocha (arenito ferruginoso) a 2 m de profundidade, poucos mosqueados abaixo do último horizonte.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SUDESUL (06547-06552)

Horizonte	Granulometria %									
	Simb.	Prof. cm	Casc. >2 mm	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia Grossa		Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina		
A1	0-20	0,0	2,5	9,5	40,0	21,5	38,0	52,7	49,5	18,0
A2	-38	0,0	2,0	8,0	41,2	24,6	38,1	49,2	43,0	11,5
AB	-60	0,0	1,7	9,7	37,1	20,6	31,6	49,1	43,0	16,5
B1	-90	0,0	3,0	8,5	36,7	19,1	31,7	46,5	37,6	12,0
B21	-140	0,0	3,5	6,5	26,3	12,5	21,6	40,0	31,3	13,5
B22	-170	0,0	3,5	5,5	24,0	11,0	26,6	46,7	36,1	13,5

Granulometria %		Arg. nat. %	Grau de floc. %	Silte (0,05-0,002) Argila	Car-bonatos	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup>	C %	N %
Silte	Arg.					H <sub>2</sub> O	KCl			
0,05-0,002 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm								
5,4	2,2	5,1	0,9	82,3	1,05	0	5,7	4,8	1	0,5
8,4	2,2	7,4	1,3	82,4	1,13	0	5,4	4,4	>1	0,2
8,0	1,9	11,9	1,5	87,3	0,67	0	5,5	4,5	>1	0,3
11,0	2,1	14,7	1,5	89,7	0,74	0	5,5	4,4	>1	0,2
11,1	2,4	31,3	3,0	90,4	0,35	0	5,5	4,4	1	0,1
13,2	2,6	26,7	4,1	84,6	0,49	0	5,6	4,4	2	0,1

MO %	C/N	Complexo sortivo mE/100g									
		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		S1	S2
		NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl
0,86	13	0,96	0,70	0,54	0,32	0,07	0,05	0,02	0,02	1,59	1,09
0,34	7	0,64	0,60	0,36	0,29	0,08	0,06	0,03	0,02	1,11	0,97
0,51	10	0,55	0,46	0,25	0,20	0,08	0,06	0,03	0,01	0,91	0,73
0,34	10	0,50	0,41	0,22	0,18	0,06	0,04	0,03	0,01	0,81	0,64
0,17	10	0,48	0,30	0,22	0,20	0,07	0,04	0,04	0,03	0,81	0,57
0,17	10	0,41	0,20	0,18	0,18	0,07	0,05	0,05	0,04	0,73	0,47

Complexo sortivo mE/100 g										V%		100.Al <sup>3+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>
Al <sup>3+</sup> (KCl)	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal		V%		100.Al <sup>3+</sup> +S1	100.Al <sup>3+</sup> +S2			
	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7	Al <sup>3+</sup> +S1	Al <sup>3+</sup> +S2			
0,1	1,52	0,41	3,11	2,00			51	79	6	8			
0,1	2,51	0,99	3,62	2,10			31	53	8	9			
0,1	3,04	1,32	3,95	2,32			23	41	10	12			
0,1	3,10	1,50	3,91	2,31			21	35	11	4			
0,1	2,53	1,60	3,34	2,41			24	34	11	15			
0,1	2,51	1,40	3,24	2,13			22	34	12	18			

**PERFIL N.º 23**

Classificação — Podzóico Vermelho-Amarelo álico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média. *Allic Paleustult*.

Localização — Entre Lagoa do Capeba e Lagoa do Cachimbo, a 18,5 km do entroncamento da estrada Nascente-Itarema. Município de Acaraú — CE. Folha SA.24-Y-D.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado com trado de caneco, em local com declividade menor que 2% e erosão praticamente nula (topo da chapada).

Formação geológica e litologia — Terciário. Grupo Barreiras.

Material originário — Sedimentos areno-argilosos.

Relevo — Plano e suave ondulado.

Drenagem — Fortemente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Estepe Arbórea Aberta.

Uso atual — Cultivo de mandioca e milho.

A1	0-25 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); areia; grãos simples; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara.
A3	25-55 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido); areia muito fraca pequena granular com aspecto maciço poroso muito pouco coeso <i>in situ</i> ; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição difusa.
B1	55-75 cm; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); areia franca; fraca pequena granular com aspecto maciço poroso pouco coeso <i>in situ</i> ; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
B21	75-115 cm; amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido); franco-arenosa; fraca pequena granular com aspecto maciço poroso pouco coeso <i>in situ</i> ; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
B22	115-165 cm; amarelo (10YR 7/6, úmido); franco-arenosa; fraca pequena granular com aspecto maciço poroso pouco coeso <i>in situ</i> ; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.
Raízes:	comuns e finas no A e B1.

**Análises Físicas e Químicas**

Lab.: SNLCS (77.2586-2590)

Horizonte	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %	
	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A1	0-25	0	0	100	69	23	4	4	3	1,00	25
A3	-55	0	0	100	69	22	2	7	4	0,29	43
B1	-75	0	0	100	65	21	4	10	6	0,40	40
B21	-115	0	1	99	60	21	4	15	10	0,27	33
B22	-165	0	1	99	54	25	6	15	10	0,40	33

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			
0,42	0,06	0,72	7	2,4	1,8	0,7	0,31	2,27	1,82	4,00	
0,12	0,04	0,21	3	2,8	2,6	0,8	0,02	1,83	1,53	5,10	
0,15	0,04	0,26	4	4,6	3,7	1,0	0,40	2,11	1,80	5,76	
0,09	0,04	0,15	2	7,0	5,7	1,1	0,52	2,09	1,86	8,10	
0,09	0,04	0,15	2	6,5	5,3	0,9	0,45	2,08	1,88	9,29	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T		
6,3	5,5	2,0	0,2	0,11	0,03	2,3	3,4	0,1	5,8	40	
5,7	4,8	0,6	0,07	0,03	0,7	3,8	0,1	4,6	15		
5,0	4,0	0,6	0,11	0,04	0,8	4,1	0,3	5,2	15		
4,8	3,8	0,4	0,06	0,01	0,5	4,0	0,5	4,8	10		
4,9	3,8	0,2	0,10	0,01	0,3	3,7	0,5	4,5	7		

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S			← mE/100g →						
1	4							2	4	
1	13							<1	4	
1	27							<1	5	
<1	50							<1	6	
<1	63							1	6	

**PERFIL N.º 04**

Classificação — Podzóico Vermelho-Amarelo álico argila de atividade baixa A moderado textura arenosa/média. *Allic Oxíc Epiquic Haplustult*.

Localização — A 3 km, da estrada Volta da Jurema—Esperantina, no sentido da localidade de Vermelha. Município de Piracuruca — PI. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado com trado de caneco em relevo plano (remanescente de platô dissecado) e erosão laminar ligeira.

Formação geológica e litologia — Devoniano. Formação Cabeças.

Material originário — Produtos de alteração de arenitos e argilitos.

Relevo — Plano.

Drenagem — Bem drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional.

Uso atual — Vegetação natural.

A1	0-15 cm; bruno (10YR 4/3, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco amassado); franco-arenosa; moderada pequena granular; muitos poros muito pequenos e pequenos; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara.
B1	15-50 cm; bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/6, seco); franco-argilo-arenosa; fraca e moderada pequena blocos subangulares; muitos poros pequenos e muitos pequenos; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual.
B21	50-85 cm; bruno forte (7.5YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (7.5YR 5.5/6, seco); franco-arenosa; fraca e moderada pequena blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual.
B22	85-120 cm; bruno forte (7.5YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (7.5YR 6/6, seco); franco-arenosa; moderada pequena e média blocos subangulares; muito duro, extremamente firme, plástico e pegajoso; transição gradual.
B23	120-150 cm; bruno forte (7.5YR 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7.5YR 6/6, seco); franco-arenosa; moderada pequena e média blocos subangulares; muito duro, extremamente firme, plástico e pegajoso.
Raízes:	muitas finas e médias no A1 e B21; raras nos demais.

**Análises Físicas e Químicas**

Lab.: SUDESUL (06555-06559)

Horizonte	Granulometria %									
	Prof. cm	Casc. >2 mm	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia Grossa		Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina			Areia muito fina 0,1-0,05 mm
Símb.			1-0,5 mm	2-0,2 mm		0,25-0,1 mm	0,2-0,02 mm	0,2-0,05 mm		
A	0-15	0,0	1,0	3,5	18,0	10,0	27,0	64,7	53,5	30,0
B1	-50	0,0	0,5	1,9	14,1	9,1	23,2	59,0	40,9	20,3
B21	-85	0,0	0,5	2,0	12,6	7,5	17,6	60,6	41,7	26,7
B22	-120	0,0	0,0	1,8	11,3	6,8	18,0	61,4	42,1	26,8
B23	-150	0,0	0,5	2,0	13,0	8,5	21,1	60,8	38,9	19,8

Granulometria %				Arg. nat. %	Grau de floc. %	Silte (0,05-0,002) Argila	Car-bonatos	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup>		C %	N %
Silte		Arg. <0,002 mm	H <sub>2</sub> O					KCl	T				
0,05-0,002 mm	0,02-0,002 mm												
15,6	4,4	12,9	1,9	85,2	1,20	0	4,7	4,0	1	0,6	0,06	0,03	0,03
23,0	4,9	22,0	3,4	84,5	1,04	0	4,9	4,3	1	0,2	0,02	0,02	0,02
28,4	9,5	17,3	1,5	91,3	1,64	0	5,0	4,4	1	0,1	0,01	0,01	0,01
30,5	11,2	16,1	0,2	98,7	1,89	0	5,3	4,4	1	0,1	0,01	0,01	0,01
31,5	9,6	16,6	1,0	93,9	1,89	0	5,3	4,4	1	0,1	0,01	0,01	0,01

MO %	C/N	Complexo sortivo mE/100g										
		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		S1	S2	
		NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl	
1,03	10	0,21	0,14	0,09	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06	0,03	0,42	0,30
0,51	10	0,22	0,12	0,08	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,38	0,23	0,23
0,34	10	0,30	0,10	0,05	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,38	0,17	0,17
0,17	10	0,30	0,12	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,37	0,18	0,18
0,17	10	0,30	0,12	0,05	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,39	0,17	0,17

Al <sup>3+</sup> (KCl)	Complexo sortivo mE/100 g								V %		100.Al <sup>3+</sup>	
	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal		V %		100.Al <sup>3+</sup> +S1	100.Al <sup>3+</sup> +S2		
	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7				
0,4	4,58	2,82	5,00	3,24		8	13	49	57			
0,4	3,18	1,72	3,56	2,10		11	18	51	63			
0,2	2,10	1,35	2,48	1,73		15	22	34	54			
0,3	2,00	1,47	2,37	1,68		16	20	45	62			
0,2	1,98	1,29	2,37	1,68		16	23	34	54			

PERFIL N.º 08

Classificação — Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico A fraco textura média. (Oxic Epiaquic) Paleustult.

Localização — A 2,5 km da rodovia Piracuruca—Parnaíba (BR-343), em direção à localidade de São José. Município de Piracuruca — Pl. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado com trado de caneco em topo de platô, com declividade de 2% e erosão laminar ligeira.

Formação geológica e litologia — Devoniano. Formação Cabeças.

Material originário — Arenitos finos e siltitos.

Relevo — Plano.

Drenagem — Acentuadamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Savana Arbórea Densa.

Uso atual — Pastagem natural.

A1	0-25 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); franco-arenosa; fraca pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara.
B21t	25-50 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto macio poroso muito pouco coeso <i>in situ</i> ; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
B22	50-85 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/5, úmido) e amarelo (10YR 7/6, seco); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto macio poroso pouco coeso <i>in situ</i> ; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
B23	85-120 cm; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido) e amarelo (10YR 7,5/6, seco); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto macio poroso pouco coeso <i>in situ</i> ; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

B24

120-160 cm<sup>2</sup>; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido) e amarelo (10YR 7/6, seco); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto macio poroso pouco coeso *in situ*; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: finas e poucas no A1 e B21t.

Obs.: muitos termiteiros de até 1 m de altura.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (77.2600-2604)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-25	0	0	100	13	56	16	15	12	1,07	20
B21t	-50	0	0	100	9	42	18	31	27	0,58	13
B22	-85	0	0	100	10	40	20	30	0	0,67	100
B23	-120	0	0	100	11	40	21	28	0	0,75	100
B24	-160	0	0	100	10	42	20	28	0	0,71	100

C %	N %	MO %	C N	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0,41	0,06	0,70	7	6,4	5,1	1,3	0,32	2,13	1,84	6,17	
0,37	0,06	0,63	6	13,6	11,9	1,1	0,62	1,94	1,83	16,91	
0,21	0,0E	0,36	4	12,9	11,4	1,0	0,58	1,92	1,82	17,75	
0,15	0,03	0,25	5	12,4	11,0	1,1	0,61	1,92	1,80	15,62	
0,12	0,03	0,20	4	12,3	10,4	1,5	0,53	2,01	1,84	10,85	

(pH 1:2,5)	Complexo sortivo mE/100g									V %	
	H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		T
4,6	3,7		0,2		0,07	0,08	0,4	1,8	1,0	3,2	13
4,4	3,9		0,2		0,03	0,01	0,2	1,6	0,9	2,7	7
4,8	4,0		0,2		0,02	0,01	0,2	0,9	0,7	1,8	11
5,0	4,1		0,3		0,02	0,01	0,3	0,5	0,5	1,3	23
5,1	4,2		0,3		0,01	0,01	0,3	0,5	0,3	1,1	27

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S			← mE/100g →						
3	71							9	<1	
<1	82							15	<1	
1	78							14	<1	
1	63							13	<1	
1	50							13	<1	

PERFIL N.º 32

Número de campo — 103 CE. Data — 07/06/69.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Podzólico Vermelho-Amarelo (álico) abrupto plintico A fraco textura arenosa/argilosa fase Floresta/Caatinga relevo plano.

Localização — Margem direita da estrada Parazinho—Guriú, distando 7,5 km de Parazinho. Município de Camocim.

Situação e declividade — Trincheira sob vegetação natural no terço superior de encosta muito suave com declividade em torno de 0-2%.

Formação geológica e litologia — Terciário. Grupo Barreiras.

Material originário — Sedimentos argilo-arenosos com possível influência de rochas cristalinas.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 30 m.

Drenagem — Moderada/imperfeitamente drenado.

Padregosidade — Ausente.

Erosão — Laminar ligeira.

Vegetação local — Vegetação de transição entre Floresta e Caatinga com predomínio de: canduru, mofumbo, marmeleiro, catanduba e pereiro.

Vegetação regional — Vegetação de transição entre Floresta e Caatinga, Caatinga hiperxerófila e culturas.

Uso atual — Pecuária extensiva.

- A11 0-11 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); areia franca; fraça pequena granular; muitos poros pequenos; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- A12 11-37 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); franco-arenosa; maciça pouco coesa; muitos poros pequenos e poucos médios, ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- A21 37-72 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); franco-arenosa; maciça pouco coesa; muitos poros pequenos e poucos médios; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- A22 72-108 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); franco-arenosa; muito fraça pequena blocos subangulares; duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.
- B2tpl 108-190 cm<sup>+</sup>; coloração variegada composta de vermelho (2.5YR 5/7, úmido), amarelo-avermelhado (5YR 6/6, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); argila; maciça coesa; muitos poros muito pequenos; extremamente duro, friável, plástico e pegajoso.

Raízes: muitas no A11, comuns no A12 e A21 e poucas no A22.

Obs.: ocorrem pontuações brancas nos horizontes A12 e A21; o horizonte B2tpl apresenta bolsões de material dos horizontes superiores; intensa atividade biológica de formigas e krotovinas no perfil, com exceção do último horizonte.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (5165-5169)

Horizonte	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %					Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A11	0-11	0	4	96	62	25	7	6	6	1,17	0
A12	37	0	2	98	54	24	9	13	13	0,69	0
A21	72	0	3	97	56	24	10	10	10	1,00	0
A22	108	0	4	96	51	24	11	14	14	0,79	0
B2tpl	190	0	3	97	31	14	9	46	0	0,20	100

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,56	0,04	0,96	14	3,3	2,5	0,6	0,16	0,08	2,24	1,94	6,45	
0,43	0,04	0,73	11	6,5	5,3	0,6	0,30	0,10	2,08	1,94	13,68	
0,24	0,02	0,41	12	4,7	4,4	0,9	0,24	0,07	1,82	1,61	7,70	
0,18	0,02	0,30	9	7,4	6,0	2,3	0,36	0,12	2,10	1,68	4,08	
0,24	0,02	0,41	12	21,9	17,8	2,0	0,86	0,24	2,09	1,95	13,96	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T		
6,0	4,5	1,0	0,5	0,03	0,05	1,6	2,0	0	3,6	44	
4,9	3,8	0,8	0,03	0,04	0,9	2,4	0,4	0,4	3,7	24	
4,8	3,9	0,3	0,04	0,04	0,4	1,3	0,4	2,1	19	19	
4,8	3,9	0,4	0,03	0,05	0,5	0,9	0,8	2,2	23	23	
4,3	3,8	0,8	0,06	0,06	0,9	1,2	1,0	3,1	29	29	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S	←mE/100g→								
1	0	—	—	—	—	—	—	—	3	5
1	31	—	—	—	—	—	—	—	1	8
2	50	—	—	—	—	—	—	—	<1	6
2	62	—	—	—	—	—	—	—	1	8
2	53	—	—	—	—	—	—	—	<1	19

### 3.4.2.5 — Podzólico Acinzentado distrófico

São solos com horizonte B textural, não hidromórficos, argila de atividade baixa, ácidos, baixa fertilidade natural, moderada a imperfeitamente drenados, baixa saturação de bases e de coloração acinzentada, normalmente com valores altos e cromas baixos, predominando bruno-acinzentada.

Apresentam-se profundos, bem diferenciados, com seqüência de horizontes A, Bt e C, com o A fraco ou moderado, de textura arenosa, às vezes subdividido em A1 e A2, enquanto o B, de textura média, normalmente compreende B1, B21, B22 e B3.

Podem apresentar *fragipan*, como no perfil 36, a uma profundidade que corresponde, com maior freqüência, ao horizonte B2.

Ocorrem predominantemente na zona do litoral, em relevo plano e suave ondulado, sob vegetação de Estepe e ocasionalmente Formação Pioneira. São desenvolvidos a partir de sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras (Terciário).

As principais limitações destes solos ao uso agrícola decorrem da baixa fertilidade natural e da acidez elevada, sendo necessário o uso de fertilizantes e corretivos para o seu aproveitamento racional.

PERFIL N.º 36

Número de campo — 162 CE. Data — 30/10/70.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Podzólico Acinzentado distrófico com *fragipan* A moderado textura média fase Floresta/Caatinga relevo plano.

Localização — Margem direita da estrada Camocim—Chaval, distando 11 km da primeira. Município de Camocim.

Situação e declividade — Trincheira sob vegetação natural em topo de tabuleiro com 1 a 2% de declividade.

Formação geológica e litologia — Terciário. Grupo Barreiras.

Material originário — Sedimentos areno-argilosos com possível influência de material proveniente de rochas cristalinas.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 20 m.

Drenagem — Moderadamente drenado.

Padregosidade — Ausente.

Erosão — Não aparente.

Vegetação local — Vegetação de transição entre Floresta e Caatinga com predomínio de: catingueira, catanduba, caju, mororó, sabiá, pau-d'arco, mofumbo, frei-jorge, pereiro e piquiá.

Vegetação regional — Vegetação de transição entre Floresta e Caatinga; Caatinga hiperxerófila e culturas.

Uso atual — Culturas de milho, feijão, arroz e mandioca.

- A11 0-15 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1, seco); areia; fraça pequena granular; muitos poros muito pequenos e pequenos; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.



A12	15-34 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); areia franca; maciça pouco coesa; muitos poros muito pequenos e poucos pequenos; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
A2	34-90 cm; bruno (10YR 5/3, úmido), cinzento-claro (10YR 7/1, seco); areia franca; maciça pouco coesa; muitos poros muito pequenos e poucos pequenos; macio, muito friável, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
B21tx	90-142 cm; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3, úmido), branco (10YR 8/2, seco); franco-argilo-arenosa; maciça pouco coesa; muitos poros muito pequenos e pequenos; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
B22tx	142-184 cm <sup>+</sup> ; branco (10YR 8/2, úmido), branco (10YR 8/1, seco); franco-argilo-arenosa; maciça coesa; muitos poros muito pequenos e pequenos; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso.
Raízes:	muitas nos horizontes A11 e A12, poucas no A2, B21tx e B22tx.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (7024-7028)

Horizonte	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %	
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm				Silte 0,05-0,002 mm
A11	0-15	0	2	98	56	33	5	6	3	0,83	50
A12	-34	0	1	99	54	30	5	11	9	0,45	18
A2	-90	0	3	97	50	35	6	9	8	0,67	11
B21tx	-142	0	3	97	43	25	9	23	17	0,39	26
B22tx	-184	0	3	97	42	25	9	24	0	0,38	100

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,62	0,07	1,06	9	3,0	2,1	0,6	0,17	0,02	2,43	2,05	5,42	
0,23	0,03	0,39	8	5,5	4,2	0,6	0,24	0,01	2,23	2,04	10,84	
0,10	0,02	0,17	5	4,2	3,4	0,6	0,25	0,01	2,10	1,89	8,76	
0,16	0,03	0,27	5	10,4	8,6	0,8	0,39	0,02	2,06	1,94	16,86	
0,12	0,02	0,20	6	11,1	9,3	1,2	0,43	0,02	2,03	1,87	12,16	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl:N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T		
5,7	4,5	1,3	0,4	0,16	0,05	1,9	1,8	0	3,5	54	
5,5	4,1		0,8	0,14	0,04	1,0	1,1	0,1	2,2	45	
5,3	4,1		0,4	0,06	0,03	0,5	1,0	0,3	1,8	28	
4,9	3,9		0,4	0,11	0,06	0,6	1,4	0,5	2,5	24	
4,9	3,9		0,5	0,06	0,05	0,6	1,1	0,5	2,2	27	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S			← mE/100g →						
1	0	—	—					—	2	5
2	9	—	—					—	<1	6
2	38	—	—					—	<1	5
2	45	—	—					—	<1	12
2	45	—	—					—	<1	12

### 3.4.2.6 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico

São solos minerais, não hidromórficos, apresentando horizonte B textural, argila de atividade baixa ou alta, com média a alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio, baixa acidez e quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis (com o que se constituiem fonte de nutrientes para as plantas).

O horizonte A, freqüentemente moderado, compreende A1 e A3, espessura média de 40 cm, colorações brunadas e acinzentadas,

nos matizes 5YR a 10YR, valores de 2 a 5 e cromas de 1 a 4; textura areia a franco-argilo-arenosa; estrutura normalmente pequena e média, granular, moderada a fracamente desenvolvida; consistência, em solo seco, ligeiramente duro ou duro, friável, em solo úmido, e não plástico a plástico e não pegajoso a pegajoso, em solo molhado; transição para o B de gradual a abrupta.

O horizonte B, normalmente subdividido em B1, B2 e B3, possui espessura variando de 50 a 180 cm; coloração desde brunada a avermelhada, nos matizes 10R a 10YR, valores de 3 a 5 e cromas de 4 a 8; estrutura geralmente pequena, em blocos subangulares podendo ocorrer granular, moderada a fracamente desenvolvida; grau de consistência é ligeiramente duro ou duro, quando seco, friável ou firme, em solo úmido, e ligeiramente plástico ou plástico e ligeiramente pegajoso ou pegajoso, em solo molhado; apresenta cerosidade variável de fraca a forte e pouca ou comum.

Estes solos estão distribuídos por toda a área, ocorrendo em diversos tipos de clima e material originário, em relevo que varia desde plano a montanhoso e vegetação de Floresta e Estepe.

Dentro desta unidade ocorrem as variações cascalhento, abrupto, plintico, raso e fase pedregosa.

Muito utilizado com pecuária extensiva e diversas culturas como milho, mandioca, algodão, café, cana-de-açúcar e banana, distribuídas de acordo com a disponibilidade de água e aspectos ligados a relevo.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos, correspondem ao grande grupo dos *Haplustalfs*.

#### PERFIL N.º 12

Classificação — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A fraco textura arenosa/média. *Arenic Oxíc Haplustalf*.

Localização — A 8 km de Bom Princípio na estrada para São Miguel. Município de Luiz Correia — Pl. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado com trado de caneco em local com declividade menor que 2% e erosão praticamente nula.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano. Granitos porfiróides.

Material originário — Produtos da alteração de granitos.

Relevo — Plano

Drenagem — Bem drenado

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Estepe Arbórea Densa.

Uso atual — Vegetação natural.

A1	0-30 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4,5/2, úmido amassado) e cinzento-claro (10YR 6,5/2, seco amassado); areia cascalhenta; grãos simples; solto, friável, não plástico e não pegajoso; transição clara.
B1t	30-50 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido amassado), bruno-muito-claro-acinzentado (10YR 7/4, seco amassado); areia franca cascalhenta; fraca pequena granular e blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual.
B2t	50-70 cm; bruno forte (7,5YR 5/6, úmido amassado) e rosete (7,5YR 7/4, seco amassado); franco-argilo-arenosa cascalhento; fraca pequena blocos subangulares; muito duro, friável, plástico e pegajoso.

Raízes: comuns e finas no A.

Obs.: a partir de 50 cm, o solo torna-se muito duro, compacto.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SUDESUL (06528;06530)

Horizonte	Prof. cm	Granulometria %								
		Casc. >2 mm	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia Grossa 1-0,5 mm	Areia Grossa 0,5-0,25 mm	Areia fina			Areia muito fina 0,1-0,05 mm	
Símb.						0,25-0,1 mm	0,2-0,02 mm	0,2-0,05 mm		
A1	0-30	41,7	44,2	24,1	78,0	8,6	6,9	17,4	11,8	6,0
B1t	-50	39,0	55,2	13,6	75,5	6,0	3,8	10,9	4,8	1,7
B2t	-70	39,3	25,3	16,2	48,7	6,0	5,0	18,0	8,8	5,0

Granulometria %				Arg. nat. %	Grau de floc. %	Silte (0,05-0,002) Argila	Carbonatos	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup> T	C %	N %
Silte		Arg. <0,002 mm	H <sub>2</sub> O					KCl				
0,05-0,002 mm	0,02-0,002 mm											
8,0	2,4	2,2	1,2	45,4	3,6	0	5,6	4,5	1	0,6	0,06	
9,1	3,0	10,6	3,9	63,2	0,8	0	5,5	4,5	>1	0,4	0,05	
13,5	4,3	29,0	9,5	67,2	0,4	0	5,8	4,5	2	0,4	0,05	

MO %	C/N	Complexo sortivo mE/100g									
		Ca <sup>+2</sup>		Mg <sup>+2</sup>		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		S1	S2
		NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl
1,03	10	0,35	0,30	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,02	0,50	0,41
0,68	8	0,60	0,56	0,20	0,18	0,07	0,05	0,07	0,01	0,94	0,80
0,68	8	1,10	1,18	0,75	0,70	0,18	0,11	0,12	0,06	2,15	2,05

Al <sup>+3</sup> (KCl)	Complexo sortivo mE/100 g								100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> +S1	100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> +S2
	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal		V %			
	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7		
0	1,53	1,00	2,03	1,50			25	33	0	0
0	1,52	0,16	2,46	1,10			38	85	0	0
0	3,00	0,87	5,15	3,02			42	71	0	0

**PERFIL N.º 40**

Número de campo — 30 CE. Data — 14/09/65.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico A moderado textura argilosa fase Floresta subcaducifólia relevo plano.

Localização — Estrada Fortaleza—Maranguape, distando 500m do marco do Km 9, a 20m à esquerda da estrada. Município de Maranguape.

Situação e declividade — Perfil em trincheira situada no topo de uma colina com 0-2% de declividade.

Formação geológica e litologia — Capreamento sobre Pré-Cambriano Indiviso.

Material originário — Capreamento argilo-arenoso com influência de material de rochas do Pré-Cambriano.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado com colinas de 20 m de altitude relativa, com o topo achatado, tipo tabuleiro, com vales abertos, normalmente de fundo chato, vertentes ligeiramente convexas, com dezenas de metros e 2 a 5% de declividade.

Altitude — 40 m.

Drenagem — Moderadamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Erosão — Laminar ligeira.

Vegetação local — Floresta subcaducifólia com predomínio de: coco-babão, cajueiro, sabiá, catingueira, marmeleiro, mororó e gramíneas.

Vegetação regional — Floresta subcaducifólia e culturas.

Uso atual — Mandioca, bananeira, cajueiro, mangueira e outras.

A11 0-23 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1, seco); areia franca com cascalho; moderada grande granular; muitos poros pequenos e médios; friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.

A12 23-34 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido), cinzento (10YR 5/1, seco); areia franca; moderada grande granular; muitos poros pequenos e médios; friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

A3 34-53 cm; bruno (8.5YR 5/4, úmido); franco-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; muitos poros pequenos e médios; friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

B1t 53-75 cm; bruno (7.5YR 5/4, úmido); franco-arenosa; moderada pequena blocos subangulares; muitos poros pequenos e médios; friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

B21t 75-126 cm; bruno-avermelhado (5YR 5/4, úmido), mosqueado pouco, grande e distinto vermelho-amarelado (4YR 5/6, úmido); argilo-arenosa; moderada pequena blocos angulares e subangulares; muitos poros pequenos e médios; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

B22t 126-160 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido), mosqueado comum, grande e proeminente vermelho (2.5YR 4/6, úmido) e amarelo (2.5Y 7/6, úmido); argila; moderada pequena blocos angulares e subangulares; poros comuns pequenos; cercosidade pouca e fraca; firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e clara (10-21 cm).

B3t 160-210 cm<sup>+</sup>; coloração variegada com predomínio de vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido), vermelho (2.5YR 4/6, úmido) e amarelo (2.5Y 7/6, úmido); franco-argilosa; poros comuns pequenos; firme, plástico e pegajoso.

Raízes: muitas nos horizontes A11 e A12; raras no A3, B1t, B21t e B22t.

Obs.: os horizontes A3 e B1t apresentam manchas escuras devido à atividade biológica principalmente de formigas e minhocas, trazendo um pouco dos horizontes superficiais; as partes mais avermelhadas do mosqueado são mais duras, coesas e mais argilosas; perfil coletado em época de chuva.

**Análises Físicas e Químicas**

Lab.: SNLCS (1665-1671)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Simb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A11	0-23	0	7	93	62	19	10	9	5	1,11	44
A12	-34	0	4	96	62	19	8	11	6	0,73	45
A3	-53	0	4	96	56	20	10	14	12	0,71	14
B1t	-75	0	5	95	55	18	8	19	11	0,42	42
B21t	-126	0	4	96	38	14	12	36	22	0,33	39
B22t	-160	0	3	97	30	12	10	48	4	0,21	92
B3t	-210	0	3	97	29	13	21	37	0	0,57	100

C %	N %	MO %	C N	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
0,72	0,05	1,23	14	4,4	3,3	0,8	0,24	0,02	2,26	1,96	6,48
0,50	0,03	0,86	17	5,1	4,0	0,9	0,27	0,02	2,16	1,89	7,02
0,34	0,02	0,58	17	6,5	5,1	1,0	0,32	0,02	2,17	1,92	7,94
0,27	0,02	0,46	13	8,8	7,0	1,3	0,36	0,02	2,14	1,91	8,47
0,34	0,03	0,58	11	16,0	13,2	2,2	0,50	0,02	2,06	1,86	9,38
0,30	0,03	0,51	10	20,9	17,2	2,7	0,65	0,02	2,07	1,88	9,98
0,25	0,03	0,43	8	21,5	17,5	2,7	0,65	0,02	2,09	1,90	10,15

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl/N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T	
5,1	4,4	1,7	0,2	0,10	0,05	2,1	2,2	0,4	4,7	45
5,3	4,5	1,6	0,2	0,08	0,07	2,0	1,9	0,1	4,0	50
5,4	4,6	1,2	0,2	0,08	0,07	1,6	1,1	0,2	2,9	55
5,3	4,5	1,2	0,3	0,10	0,08	1,7	1,0	0,1	2,8	61
5,5	4,6	1,7	0,6	0,11	0,10	2,5	1,3	0,1	3,9	64
5,5	4,9	1,6	0,9	0,14	0,12	2,8	1,4	0	4,2	67
5,6	5,0	1,4	0,9	0,21	0,14	2,7	1,3	0	4,0	68

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p	Equiv. de umidade
	Al <sup>3+</sup> + S		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
	T										
1	16	—	—	—	—	—	—	—	4	8	
2	5	—	—	—	—	—	—	—	1	7	
2	11	—	—	—	—	—	—	—	1	8	
3	6	—	—	—	—	—	—	—	1	9	
3	4	—	—	—	—	—	—	—	1	15	
3	0	—	—	—	—	—	—	—	1	18	
3	0	—	—	—	—	—	—	—	1	18	

### 3.4.2.7 — Brunizém Avermelhado

Esta classe compreende solos com seqüência de horizontes A, B e C, não hidromórficos, medianamente profundos, moderadamente drenados, bastante susceptíveis à erosão, apresentando horizonte A chernozêmico (correspondente ao *mollic epipedon* da "Soil taxonomy", 1975), de coloração escura, que contrasta nitidamente com o horizonte B textural, geralmente de cores bruno-avermelhado e bruno-amarelado-escuro.

São argilosos, com argila de atividade alta, moderadamente ácidos a levemente alcalinos, alta soma de bases trocáveis (S), onde o cálcio e magnésio entram em alta percentagem, elevada saturação de bases (V%), geralmente com teores consideráveis de fósforo assimilável e minerais primários facilmente decomponíveis.

O horizonte A chernozêmico constitui uma das principais características destes solos. Possui espessura de até 40 cm, em solos aparentemente não erodidos. A coloração do solo úmido é escura, quase sempre brunada, variando desde cinzento-escuro a preta, com matizes entre 5YR a 10YR, valores 2 a 3 e cromas de 1 a 2,5. Sua estrutura é normalmente moderada, média e grande, granular ou, ainda, moderada e fraca, pequena a média, em blocos subangulares; grau de consistência ligeiramente duro ou duro, em solo seco, friável, quando úmido, e plástico e pegajoso, quando molhado.

O horizonte B apresenta-se, de modo geral, com espessura em torno de 30 a 70 cm, cores vermelho-amarelado, bruno-avermelhado, bruno-avermelhado-escuro, bruno-escuro ou bruno, com matizes variando de 2.5YR a 10YR, valores 3 a 4 e cromas de 3 a 5, algumas vezes com mosqueado. A estrutura deste horizonte varia de fraca a forte, pequena a grande, blocos subangulares e/ou angulares, podendo ocorrer, também, prismática ou granular e a consistência nos graus duro a extremamente duro em solo seco, friável a muito firme, quando úmido, e plástico ou muito plástico e pegajoso ou muito pegajoso, em solo molhado. Algumas vezes o horizonte B apresenta cerosidade.

Estes solos representam elevada potencialidade para agricultura, devido à alta fertilidade natural e boas características físicas e químicas. Ocorrem em relevo suave ondulado e ondulado, em áreas nas proximidades de Serra Verde e Rosário, Município de Piracuruca (PI), em associação com Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e Vertissolo. São utilizados com pastagem para pecuária extensiva, culturas de subsistência e de cana-de-açúcar.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos, corresponde ao grande grupo dos *Argiustolls*.

PERFIL N.º 03

Classificação — Brunizém Avermelhado textura média/argilosa. *Udic Argiustoll*.

Localização — A 5 km do povoado de Serra Verde em direção ao rio Longá, Município de Piracuruca — PI. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em corte de estrada, no terço inferior de elevação, com declive de 3 a 5%, e erosão laminar moderada.

### 270/PEDOLOGIA

Formação geológica e litologia — Jurássico. Formação Orozimbo.

Material originário — Produto de alteração de diabásios.

Relevo — Suave ondulado.

Drenagem — Moderadamente a bem drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional.

Uso atual — Vegetação natural.

A 0-20 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2,5, seco); franco-argilosa; moderada média e grande granular e pequena média blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

B1t 20-43 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, seco); argila; moderada média e grande granular e moderada média blocos subangulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

B2t 43-68 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido) e bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); argila; forte grande blocos subangulares; extremamente duro, friável a firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.

B3t 68-93 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido) e bruno-avermelhado (5YR 4/5, seco); argila; forte média e grande blocos subangulares e angulares; extremamente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso.

Raízes: abundantes, finas e médias no A; raras e médias no B1t.

Obs.: minerais primários desde o limite do B1t; o horizonte A apresenta-se truncado.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (77.2596-2599)

Horizonte	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %	
	Simb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm				Silte 0,05-0,002 mm
A	0-20	0	1	99	18	22	28	32	19	0,88	41
B1t	-43	0	1	99	13	19	23	45	32	0,51	29
B2t	-68	0	1	99	11	16	23	50	39	0,46	22
B3t	-93	0	0	100	9	17	24	50	43	0,48	14

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			
0,59	0,08	1,01	7	13,6	6,8	17,0	3,10	3,40	1,31	0,63	
1,66	0,18	2,86	9	18,6	9,5	19,4	2,84	3,33	1,45	0,77	
0,27	0,07	0,46	4	22,2	10,3	20,1	2,36	3,66	1,63	0,80	
0,26	0,05	0,44	5	24,1	10,2	20,3	2,13	4,02	1,77	0,79	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	
6,5	5,1	17,4	3,8	0,32	0,23	21,8	6,7	0,1	28,6	76
6,2	4,4	17,8	4,7	0,13	0,34	23,0	6,9	0,1	30,0	77
5,3	3,7	19,2	6,9	0,08	1,52	26,9	7,2	0,7	34,8	77
5,7	3,7	20,9	8,7	0,07	2,76	31,4	7,3	0,7	39,4	80

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
	Al <sup>3+</sup> + S		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
	T										
1	<1	—	—	—	—	—	—	—	3	24	
1	<1	—	—	—	—	—	—	—	1	27	
4	3	0,38	58	0,8	0,01	0,13	—	—	1	33	
7	2	0,26	60	1,0	0,01	0,17	—	—	1	37	

### 3.4.2.8 — Bruno Não Cálculo

Compreendem solos com horizonte B textural, não hidromórficos, argila de atividade alta, capacidade de troca de cátions (T), para 100g de argila, maior que 24mE, após correção para carbono, alta saturação de bases (V%), alta soma de bases trocáveis (S) e presença de elevados teores de minerais facilmente decomponíveis, os quais constituem fonte de nutrientes para as plantas.

Estes solos se apresentam com cores avermelhadas, ácidos a praticamente neutros, rasos a medianamente profundos, com sequência de horizontes A, Bt e C, espessura do A e Bt variando normalmente entre 50 a 90 cm. Estes solos são muito susceptíveis à erosão, que pode variar de laminar ligeira a severa, dependendo do relevo; na superfície destes solos é comum uma cobertura de calhaus ou até matações, de quartzo, constituindo um pavimento desértico. Cobrindo o horizonte A forma-se uma estrutura do tipo laminar (crosta), fina, de 1 a 2 cm de espessura, característica em clima árido. A relação textural varia de 1,5 a 3,0.

Apresentam usualmente horizonte A fraco, com espessura de 9 a 28 cm, cores de solos úmidos, bruno-acinzentado-escuro ou muito escuro, bruno-escuro, bruno-amarelado-escuro, bruno-avermelhado, com matizes de 5YR a 10YR, valores 3 a 4 e cromas de 2 a 4; estrutura maciça ou fraca pequena granular e grau de consistência ligeiramente duro a extremamente duro, quando seco, muito friável a firme, quando úmido, e ligeiramente plástico ou plástico e ligeiramente pegajoso ou pegajoso, quando molhado. A textura deste horizonte geralmente é média (franco-arenosa e franco-argilo-arenosa). A transição para o Bt é frequentemente plana e abrupta, ocorrendo, também, plana e clara.

O horizonte Bt é bastante característico, geralmente com espessura de 30 a 60 cm, podendo ser subdividido em B1t, B2t (B21t, B22t) e B3t. Ocorrem cores avermelhadas e brunadas como bruno-avermelhado-escuro, vermelho, vermelho-escuro, bruno, bruno-escuro, com matizes de 2.5YR a 7.5YR, valores de 3 a 5 e cromas de 4 a 6; estrutura é moderada a forte, média a grande, prismática, composta de moderada a forte, pequena a grande, blocos angulares e subangulares. Quanto à consistência, o solo seco é extremamente duro a duro, quando úmido, muito friável a firme, e plástico e pegajoso, com variações para muito plástico e muito pegajoso, quando molhado.

Estes solos ocorrem freqüentemente na área, ocupando grandes extensões, quase sempre associados a relevo suave ondulado e ondulado, vegetação de Estepe, com algumas culturas. Muito utilizados para cultivo de algodão-mocó e com pecuária extensiva.

Dentro desta unidade há uma variação — Bruno Não Cálculo vértico — com teores mais elevados em minerais de argila do grupo da montmorilonita (2:1), estrutura prismática e grau de consistência extremamente duro, quando seco.

A falta de água, pedregosidade e susceptibilidade à erosão representam as limitações mais acentuadas para a utilização agrícola destes solos.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos corresponde ao grande grupo dos *Paleustalfs*.

#### PERFIL N.º 27

Classificação — Bruno Não Cálculo vértico A moderado textura média com cascalho/argilosa. *Vertic Paleustalf*.

Localização — A 9 km da saída da cidade de Pentecostes rumo à localidade de Canafitula, lado direito da estrada. Município de Pentecostes — CE. Folha SA.24-Y-D.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em corte de estrada, no terço superior da encosta, com 3% de declividade e erosão laminar moderada.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano. Rochas graníticas, migmatitos e gnaisses.

Material originário — Produtos de alteração de gnaisses, migmatitos e granitos.

Relevo — Suave ondulado.

Drenagem — Moderadamente drenado.

Pedregosidade — Regular quantidade de calhaus na superfície e no interior do horizonte A.

Cobertura vegetal — Estepe Arbórea Densa.

Uso atual — Cultura de milho e algodão.

A 0-18 cm; bruno-escuro (10YR 3.5/3, úmido); franco-argilo-arenosa com cascalho; fraca pequena granular; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e abrupta.

B2t 18-40 cm; vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmido); muito argilosa; moderada pequena a média blocos subangulares; cerosidade comum e fraca; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição quebrada e clara.

B3t 40-50 cm; coloração variegada composta de vermelho-escuro (2.5YR 3/6) e vermelho-claro (2.5YR 6/6); argila; moderada média blocos subangulares e angulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição irregular e gradual.

C 50-80 cm; bruno-oliváceo-claro (2.5Y 5/4, úmido); argila; moderada a forte média blocos angulares; duro, friável, plástico e pegajoso.

Raízes: muitas finas e médias no A, comuns no B2t e raras no B3t.

Obs.: presença de *slickensides*, no B3t e C.

#### Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (77.2568-2571)

Horizonte	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de fioc. %	
	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-18	3	14	83	38	21	16	25	15	0,64	40
B2t	-40	0	6	94	17	8	9	66	49	0,14	26
B3t	-50	0	5	95	25	9	10	56	44	0,18	21
C	-80	0	4	96	23	12	18	47	39	0,38	17

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
0,80	0,11	1,38	7	11,4	7,7	4,9	0,54	2,52	1,79	2,47	
0,63	0,10	1,09	6	27,8	20,4	10,6	0,59	2,32	1,74	3,02	
0,37	0,06	0,64	6	24,0	17,3	9,1	0,73	2,36	1,77	2,98	
0,48	0,06	0,83	8	22,9	14,5	8,8	0,75	2,68	1,94	2,59	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g							V %	
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>		T
5,1	3,9	4,6	2,2	0,26	0,23	7,3	2,6	0,3	10,2	72
5,5	3,7	6,7	9,0	0,13	0,85	16,7	3,0	0,8	20,5	81
6,0	4,1	6,7	11,0	0,14	1,10	18,5	2,1	0,3	20,9	89
6,2	4,0	8,7	13,0	0,22	1,70	23,4	1,7	0,4	20,5	92

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>+3</sup> +S			← mE/100g →						
2	4								1	14
4	5								<1	32
5	2	0,21	64	0,4	0,01	0,22			<1	27
7	2	0,20	60	-0,2	0,06	0,25			<1	31

#### PERFIL N.º 78

Número de campo — 76 CE. Data — 20/08/68.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Bruno Não Cálculo vértico textura média/argilosa fase pedregosa Caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.



Localização — Lado direito da estrada Sobral—Groaíras, a 1 km do entroncamento com a rodovia Sobral—Forquilha. Município de Sobral.

Situação e declive — Corte de estrada em terço superior de encosta bem suave.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano Indiviso. Gnaiss com biotita.

Material originário — Saprolito do gnaiss com influência de recobrimento de material pedimentar.

Relevo local — Suave ondulado.

Relevo regional — Suave ondulado, formado por colinas de topos ligeiramente esbaticos, vertentes retas e vales abertos.

Altitude — 160 m.

Drenagem — Moderadamente drenado.

Pedregosidade — Regular quantidade de calhaus e cascalhos angulosos e subangulosos.

Erosão — Laminar moderada.

Vegetação local — Caatinga hiperxerófila herbustiva arbórea pouco densa, com 2-4 m de porte e predominância de jurema, mofumbo e pau-branco.

Vegetação regional — Caatinga hiperxerófila e culturas.

Uso atual — Algodão arbóreo em pequena percentagem.

A1 0-9 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 3,5/4, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco-arenosa; maciça; poros comuns muito pequenos e pequenos; extremamente duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

IIB21t 9-21 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3,5/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-argilo-arenosa; moderada média prismática composta de moderada a forte média e grande blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e clara.

IIB22t 21-40 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-argilosa; moderada média prismática composta de forte média blocos angulares; poros comuns muito pequenos e poucos pequenos; cerosidade abundante e forte; extremamente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

IIB3t 40-59 cm; vermelho-escuro (2,5YR 3,5/6, úmido); franco-argilosa; moderada média prismática composta de forte média blocos angulares; poros comuns muito pequenos e poucos pequenos; cerosidade abundante e forte; muito plástico e pegajoso; transição ondulada e clara.

IIC 59-86 cm<sup>+</sup>

Raízes: muitas no horizonte A1, comuns no IIB21t, poucas no IIB22t e raras no IIB3t, penetrando algumas no IIC.

Obs.: os horizontes IIB22t e IIB3t já apresentam material primário; ocorrência de cascalho e calhaus no horizonte A1.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (4350-4354)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg. %	Grau de floc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-9	6	5	89	35	28	23	14	11	1,64	21
IIB21t	-21	0	2	98	26	26	22	26	21	0,85	19
IIB22t	-40	0	1	99	20	19	21	40	31	0,53	23
IIB3t	-59	0	1	99	18	25	25	32	30	0,78	6
IIC	-86	0	2	98	26	30	26	18	17	1,44	6

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			
0,94	0,10	1,61	9	10,3	6,0	3,7	0,92	0,08	2,92	2,10	2,55
0,59	0,06	1,01	10	15,7	10,1	5,2	1,06	0,06	2,64	1,99	3,05
0,42	0,05	0,72	8	23,6	14,9	6,8	1,06	0,06	2,69	2,09	3,44
0,25	0,03	0,43	8	21,2	13,3	6,2	0,96	0,06	2,71	2,09	3,36
0,17	0,02	0,29	9	18,6	10,3	5,2	0,86	0,12	3,07	2,32	3,11

(pH 1:2,5)	Complexo sortivo mE/100g									V %
	H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	
6,5	5,0	7,9	3,6	0,34	0,11	12,0	1,2	0	13,2	91
6,4	4,1	11,7	6,1	0,12	0,13	18,1	1,9	0	20,0	91
6,3	3,6	15,5	10,2	0,17	0,25	26,1	2,0	0,2	28,3	92
6,5	3,3	16,1	11,5	0,10	0,29	28,0	1,3	0,3	29,6	95
6,3	3,1	13,3	9,6	0,14	0,21	23,3	0,6	0,4	24,3	96

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	Pasta saturada		Seis solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>+3</sup> +S			← mE/100g →						
<1	0	—	—					—	30	17
<1	0	—	—					—	8	19
<1	1	—	—					—	3	24
<1	1	—	—					—	5	22
<1	2	—	—					—	7	19

PERFIL N.º 73

Número de campo — 159 CE. Data — 26/10/70.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Bruno Não Cálculo textura média com cascalho/argilosa fase pedregosa Caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Localização — Margem esquerda da estrada Forquilha — Santa Quitéria, distando 1,5 km da rodovia Sobral — Irauçuba. Município de Sobral.

Situação e declividade — Corte de estrada em terço médio de elevação com aproximadamente 4% de declividade.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano Indiviso. Gnaiss cataclástico com duas micás.

Material originário — Saprolito de gnaiss com delgado recobrimento de material pedimentar.

Relevo local — Suave ondulado.

Relevo regional — Suave ondulado e ondulado com topos aplainados e arredondados e vales abertos.

Altitude — 200 m.

Drenagem — Bem drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Erosão — Laminar ligeira a moderada.

Vegetação local — Caatinga hiperxerófila com predomínio de: marmeleiro, jurema, mofumbo, cactáceas e substrato de gramíneas.

Vegetação regional — Caatinga hiperxerófila e culturas.

Uso atual — Milho, algodão-mocó e pecuária extensiva na Caatinga.

A1 0-15 cm; cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, úmido), bruno (7,5YR 5/4, seco); franco-arenosa com cascalho; maciça muito coesa; poros comuns muito pequenos e pequenos; extremamente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e abrupta.

IIB2t 15-45 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho (2,5YR 5/6, seco); muito argiloso; forte grande prismática composta de forte média a grande blocos angulares e subangulares; poros comuns muito pequenos e poucos pequenos; cerosidade comum e fraca; extremamente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

IIB3t 45-60 cm; vermelho (3,5YR 5/6, úmido); argila; moderada grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares e subangulares; poros comuns muito pequenos e poucos pequenos; silicênese pouco e moderado; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara.

IIC 60-80 cm<sup>+</sup>; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); franco-argilo-arenosa com cascalho; fraca média blocos angulares e subangulares; poros comuns muito pequenos; muito duro, friável, plástico e pegajoso.

**Raízes:** comuns no horizonte A1 e poucas nos demais horizontes.  
**Obs.:** os horizontes IIB2t, IIB3t e IIC apresentam concreções negras, provavelmente de manganês; ocorrência de brotovinas no horizonte IIB2t; ocorrência de calhaus angulosos e arredondados de quartzo, na transição A1 para IIB2t.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (7015-7018)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-15	0	12	88	34	27	23	16	11	1,44	31
IIB2t	-45	0	2	98	15	9	12	64	56	0,19	13
IIB3t	-60	0	5	95	21	11	20	48	38	0,42	21
IIC	-80	0	10	90	31	18	26	25	19	1,04	24

C %	N %	MO %	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			C	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,95	0,09	1,63	11	8,8	5,8	4,8	0,71	0,06	2,58	1,69	1,90
0,62	0,08	1,06	8	22,5	16,7	11,2	0,94	0,07	2,29	1,60	2,34
0,33	0,05	0,56	7	21,4	16,3	11,1	0,67	0,06	2,23	1,56	2,30
0,20	0,03	0,34	7	21,2	14,8	10,5	0,37	0,07	2,43	1,68	2,21

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T		
6,3	5,3	4,9	3,7	0,29	0,09	9,0	2,3	0	11,3	80	
6,5	5,1	6,8	10,9	0,17	0,14	18,0	3,0	0	21,0	86	
6,9	5,5	6,2	14,1	0,20	0,18	20,7	1,7	0	22,4	92	
7,0	5,4	4,8	17,3	0,21	0,19	22,5	0	0	22,5	100	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>+3</sup> +S			← mE/100g →						
<1	0	—	—					—	1	16
<1	0	—	—					—	<1	29
<1	0	—	—					—	<1	27
<1	0	—	—					0	<1	20

### 3.4.2.9 — Vertissolo

São solos não hidromórficos, com seqüência de horizontes A e C, argilosos e muito argilosos, apresentando elevado conteúdo de minerais de argila 2:1, do grupo da montmorilonita. Estas argilas provocam expansões e contrações da massa do solo, do que decorre o aparecimento de *slickensides* nos horizontes subsuperficiais, fendilhamento durante o período seco, podendo ou não apresentar microrrelevo constituído por *gilgai*.

Em épocas chuvosas estes solos se encharcam facilmente e, dada a drenagem imperfeita e lenta permeabilidade, se tornam bastante susceptíveis à erosão.

Possuem elevada soma de bases trocáveis(S), alta saturação de bases(V%), alta relação Ki, devido ao alto teor de minerais de argila 2:1.

O horizonte A tem espessura em torno de 20 a 40 cm, podendo ser subdividido em A11 e A12. A cor mais comum enquadra-se no matiz 10YR, valores de 2 a 4 e cromas de 1 a 3, em geral nas tonalidades bruno-escuro, bruno-acinzentado-escuro a muito escuro e cinzento-escuro. A estrutura apresenta-se moderada a forte, média a grande, prismática que se desfaz em moderada a forte, pequena

a média, blocos angulares e subangulares; quanto à consistência o solo é duro a extremamente duro, quando seco, friável a extremamente firme, em solo úmido, e plástico ou muito plástico e pegajoso ou muito pegajoso, quando molhado. Nos perfis em que o solo apresenta A fraco geralmente observa-se estrutura fraca, pequena, blocos subangulares e grau de consistência ligeiramente duro, quando seco, e muito friável, quando úmido.

O horizonte C em geral tem sua espessura entre 50 a 140 cm geralmente variando em função da maior ou menor profundidade da rocha subjacente(R). A cor é bastante variável, com predomínio na área do trabalho, de bruno-escuro, bruno-acinzentado e bruno-acinzentado-escuro, matizes variando de 10YR a 2,5Y, valores 2 a 5 e cromas de 2 a 4. A estrutura em geral apresenta-se forte ou moderada, grande ou média, prismática, com abundantes *slickensides*; quanto à consistência o solo é extremamente duro, quando seco, extremamente firme a firme quando úmido e muito plástico e muito pegajoso, quando molhado.

Ocorrem em pequena percentagem na área, associados a relevo plano e suave ondulado e vegetação de Estepe.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos, correspondem ao grande grupo dos *Chromusterts*.

PERFIL N.º 02

Classificação — Vertissolo A moderado. *Typic Chromustert*.

Localização — A 3,3 km do Povoado Serra Verde, em direção ao rio Longá. Município de Piracuruca — Pl. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em vaia de erosão, em local com declividade de 0-2% e erosão laminar moderada, apresentando sulcos e voçorocas.

Formação geológica e litologia — Jurássico. Formação Orozimbo.

Material originário — Produto da alteração de diabásios.

Relevo — Plano.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional, apresentando carnaúba, pinhão, sabiá e mofumbo.

Uso atual — Vegetação natural.

A11 0-20 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-escuro (10YR 3/3, seco); argila; forte grande prismática composta de forte pequena e média blocos angulares e subangulares; extremamente duro, extremamente firme, plástico e pegajoso; transição plana e clara.

A12 20-40 cm; bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 4/3, seco), mosqueado pouco pequeno e distinto vermelho-amarelado (5YR 5/8); muito argilosa; forte média e grande prismática composta de forte pequena e média blocos angulares e subangulares; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

C1 40-70 cm; bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 4/3, seco); muito argilosa; moderada a forte média e grande prismática composta de forte pequena blocos angulares; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição ondulada e clara.

C2 70-100 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-escuro (10YR 3/3, seco); muito argilosa; moderada média blocos angulares e subangulares; muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Raízes: comuns finas no A11 e A12.

Obs.: *slickensides* em abundância desde o horizonte A12.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (77.2592-2595)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A11	0-20	0	0	100	2	17	22	59	46	0,37	22
A12	-40	0	0	100	1	7	27	65	55	0,42	15
C1	-70	0	1	99	2	6	23	69	61	0,33	12
C2	-100	2	3	95	2	7	18	73	54	0,25	26

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
1,01	0,14	1,74	7	25,2	11,6	13,4	1,88	3,69	2,13	1,36	
1,08	0,13	1,86	8	28,9	14,3	16,3	1,81	3,44	1,99	1,38	
0,69	0,10	1,19	7	30,5	14,7	16,2	1,88	3,53	2,07	1,42	
0,64	0,10	1,10	6	30,1	14,5	16,6	1,84	3,53	2,04	1,37	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T	
6,7	5,0	25,0	18,0	0,12	0,41	43,5	9,1	0	52,6	83
6,8	5,0	26,0	20,3	0,07	1,24	46,8	5,4	0	52,2	90
6,3	4,7	25,0	21,3	0,06	3,18	48,5	6,7	0	55,2	88
6,0	4,9	22,8	25,4	0,06	1,17	47,1	6,9	0	54,0	87

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>+3</sup> +S			← mE/100g →						
1	0							5	38	
2	0	0,24	70	0,8	0,01	0,18		2	42	
6	0	0,58	66	1,0	0,01	0,46		2	49	
2	0	3,86	70	2,3	0,01	0,70		2	51	

### 3.4.2.10 — Planossolo eutrófico

Compreende solos com horizonte B textural, argila de atividade alta, saturação com sódio (100.Na<sup>+</sup>/T) menor que 6% e saturação de bases (V%) maior do que 50%; apresentam mudança textural abrupta, baixa permeabilidade, são rasos a medianamente profundos e muito susceptíveis à erosão.

Possuem seqüência de horizontes A, Bt e C. O horizonte A, normalmente fraco, apresenta uma espessura em torno de 25 cm, havendo casos em que ultrapassa 50 cm; a coloração se situa predominantemente no matiz 10YR, geralmente nas tonalidades brunadas; a textura mais comum é arenosa; estrutura normalmente maciça; grau de consistência solto para solo seco, solto em solo úmido e não plástico e não pegajoso para solo molhado, podendo ser duro, firme, plástico e pegajoso, em solos de textura média com elevado teor de silte.

O horizonte Bt apresenta coloração mais comum nos matizes 10YR e 7.5YR, às vezes, com mosqueados e/ou cores de redução, advindas de problemas de drenagem imperfeita, que causam encharcamento em época chuvosa. A textura é quase sempre da classe argilosa, com bastante silte em alguns casos; a estrutura se apresenta moderada a forte, média e grande, colunar ou prismática e, em alguns casos, blocos angulares; quanto a consistência o solo é duro, firme, plástico e pegajoso.

A utilização agrícola destes solos é de modo geral com pecuária extensiva, utilizando-se as pastagens nativas nas áreas onde ocorrem. As limitações mais fortes ao uso agrícola são por deficiência de água, na época seca, e por excesso, na chuvosa.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos correspondem aos grandes grupos dos *Tropaqualfs* e *Haplustalfs*.

PERFIL N.º 28

Classificação — Planossolo eutrófico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/argilosa. *Abruptic Aeric Tropaqualf*.

Localização — Dista 7 km da BR-222 pela rodovia que liga Catuana a Sítios Novos. Município de Caucaia — CE. Folha SA.24-Z-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em trincheira, em área com declividade de 2% e erosão praticamente nula.

274/PEDOLOGIA

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano. Rochas graníticas, migmatitos e gnaisses.

Material originário — Produto de decomposição de gnaisses, migmatitos e granitos.

Relevo — Suave ondulado.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Estepe Arbórea Aberta com marmeleiro e mofumbo.

Uso atual — Vegetação natural.

A1 0-5 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido); areia franca; maciça; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

A2 5-23 cm; bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado pouco pequeno distinto vermelho-amarelado (5YR 5/8); areia franca; maciça; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.

B21t 23-45 cm; bruno forte (7.5YR 5/8, úmido), mosqueado comum pequeno e médio distinto cinzento-claro (5Y 6/1); argila arenosa; moderada a forte média colunar composta de blocos angulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

B22t 45-75 cm; bruno forte (7.5YR 5/8, úmido); mosqueado abundante médio distinto cinzento-claro (5Y 6/1); argila; forte média colunar composta de blocos angulares; duro, firme, plástico e pegajoso.

Raízes: comuns finas no A1; poucas finas e médias no A2.

Obs.: presença de linha de pedras no B21t e B22t.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (77.2564-2567)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-5	0	0	100	37	43	12	8	4	1,50	50
A2	-23	0	1	99	45	35	12	8	4	1,50	50
B21t	-45	4	3	93	37	16	11	36	28	0,31	22
B22t	-75	3	4	93	27	16	16	41	36	0,39	12

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
0,67	0,08	1,15	8	3,7	1,6	1,6	0,32	3,93	2,40	1,57	
0,15	0,05	0,25	3	3,6	1,9	1,2	0,27	3,23	2,30	2,48	
0,31	0,07	0,53	4	15,5	9,5	5,2	0,76	2,77	2,06	2,86	
0,20	0,06	0,34	3	19,7	11,0	6,7	1,00	3,05	2,19	2,57	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T	
5,7	4,8	2,0	1,0	0,36	0,17	3,5	1,8	0,1	5,4	65
5,0	3,7	0,9	0,9	0,09	0,08	2,0	0,9	0,6	3,5	57
5,1	3,5	4,3	7,2	0,12	0,63	12,3	1,8	2,5	16,6	74
6,2	4,3	6,1	15,6	0,15	1,29	22,2	2,0	0,2	24,4	91

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>+3</sup> +S			← mE/100g →						
3	3							8	7	
2	23							1	6	
4	17							1	23	
5	1	0,22	68	0,9	0,02	0,15		30	32	

PERFIL N.º 06

Classificação — Planossolo eutrófico argila de atividade alta A fraco textura média/argilosa. *Ultic Haplustalf*.

Localização — A 10 km da praia de Pedra do Sal, na estrada para Parnaíba. Município de Parnaíba — Pl. Folha SA.24-Y-A.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em trincheira, em local com declividade menor que 2%; e erosão laminar moderada.

Formação geológica e litologia — Holoceno. Aluviões.

Material originário — Sedimentos areno-argilosos.

Relevo — Plano.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Área das Formações Pioneiras. Campo halófilo de várzea. Carnaúba.

Uso atual — Vegetação natural.

- A1 0-10 cm; bruno (10YR 4/3, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco amassado); franco; maciça; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e abrupta.
- B21t 10-25 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); franco-argilo-siltoso; moderada pequena e média blocos angulares e prismática; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- B22t 25-50 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2,5, úmido) e bruno-escuro (10YR 3/3, seco); argila siltosa; moderada e forte média e grande blocos angulares e prismática; duro, firme, plástico e pegajoso.
- Raízes: muitas e finas no A.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SUDESUL (06544-06546)

Horizonte	Granulometria %										
	Simb.	Prof. cm	Casc. >2 mm	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia Grossa		Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina			Areia muito fina 0,1-0,05 mm
				1-0,5 mm	2-0,2 mm		0,25-0,1 mm	0,2-0,02 mm	0,2-0,05 mm		
A1	0-10	0,0	0,0	0,0	3,8	2,0	16,5	43,8	27,1	12,4	
B21t	25	0,0	1,5	2,3	7,3	2,1	8,1	24,3	10,9	4,2	
B22t	50	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	21,6	3,7	3,4	

Granulometria %												C %	N %
Siltite		Arg. <0,002 mm	Arg. nat. %	Grau de floc. %	Siltite (0,05-0,002) Argila	Carb. natos	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup> T				
0,05-0,002 mm	0,02-0,002 mm						H <sub>2</sub> O	KCl					
45,3	28,6	23,8	9,5	60,0	1,90	0	5,2	3,8	1	1,1	0,12		
48,4	35,0	33,4	18,2	45,5	1,44	0	5,5	3,8	1	0,6	0,08		
49,6	31,7	46,6	15,7	63,3	1,06	0	5,3	3,6	1	0,6	0,07		

MO %	C	N	Complexo sortivo mE/100g									
			Ca <sup>+2</sup>		Mg <sup>+2</sup>		K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		S1	S2
			NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl
1,89	9	2,78	2,72	2,77	1,61	0,35	0,20	0,20	0,16	6,10	4,69	
1,03	7	3,30	2,88	4,07	2,28	0,54	0,23	0,30	0,15	8,21	5,54	
1,03	8	3,00	2,76	4,37	2,70	0,60	0,40	0,38	0,20	8,35	6,06	

Al <sup>+3</sup> (KCl)	Complexo sortivo mE/100 g										V %	100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> S1	100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> S2
	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal								
	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7					
0,8	9,58	4,90	15,68	11,00			39	55	11	14			
2,2	13,00	6,91	12,21	15,12			39	54	21	28			
5,2	16,58	10,03	24,93	18,38			33	45	38	46			

3.4.2.11 — Planossolo Solódico

Esta unidade pedogenética compreende solos com horizonte B textural, argila de atividade alta, saturação com sódio (100.Na<sup>+</sup>/T) entre 6 e 15% em algum subhorizonte do horizonte Bt, apresentando-se este horizonte com feições associadas com umidade (mosqueados e/ou cores de redução), em face da drenagem imperfeita, mostrando problemas de encharcamento, durante o período chuvoso, e ressecamento, durante a época seca.

Possuem seqüência de horizontes A, Bt e C, medianamente profundos a rasos, raramente profundos, de baixa permeabilidade, muito susceptíveis à erosão, e com mudança textural abrupta.

Apresentam alta saturação de bases (V%) e contêm nos horizontes subsuperficiais Bt e C, principalmente no C, elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

O horizonte A predominantemente é fraco, podendo ocasionalmente ser moderado, com espessura variando de 30 a 50 cm, havendo casos em que ficam reduzidos para 18 a 10 cm, em virtude de desgaste por erosão mais intensa. Normalmente o horizonte A pode ser subdividido em A1 e A2 e estes em A11, A12, A21 e A22. O horizonte A1 tem cores (úmido) bruno-amarelado-escuro, bruno-acinzentado, bruno-escuro, no matiz 10 YR, valores 3 a 5 e cromas de 2 a 4; a estrutura apresenta-se maciça, pouco a muito pouco coesa, ou em grãos simples, ou fraca, pequena, em blocos subangulares; o grau de consistência é solto, macio ou ligeiramente duro, quando seco, solto ou muito friável, quando úmido, e não plástico a plástico e não pegajoso a pegajoso, quando molhado.

O A2 constitui um horizonte eluvial, de cor clara, com predomínio das cores brunadas, de matiz 10YR, valores 5 a 7 e cromas 3 ou 4, podendo apresentar coloração variegada.

O horizonte Bt, com espessura entre 25 a 80 cm, comumente subdividido em B1t, B2t (B21, B22) e B3t, apresenta características bastante marcantes, principalmente cor e estrutura. A coloração úmida freqüentemente é brunada (bruno, bruno-oliváceo-claro, bruno-escuro, bruno-amarelado-escuro), com matizes 2.5Y, 5Y e 10YR, valores de 4 a 6 e cromas de 2 a 4, normalmente apresentando mosqueado que varia de pouco a abundante, pequeno, raramente grande, distinto ou proeminente; ocorre também coloração variegada. Com relação à estrutura quase sempre é moderada ou forte, média ou grande, prismática ou colunar, composta de moderada ou forte, média ou grande, em blocos angulares e subangulares. O grau de consistência é extremamente duro, quando seco, extremamente firme, quando úmido, e plástico ou muito plástico e pegajoso ou muito pegajoso, quando molhado.

Estes solos ocorrem em percentual considerável na área em estudo, normalmente em relevo plano e vegetação de Estepe, onde predominam o mofumbo, o marmeleiro, a catingueira e o sabiá.

A utilização destes solos é feita com pastagem natural para pecuária extensiva e ocasionalmente com plantio de algodão arbóreo (mocó) que se constitui numa das poucas culturas relativamente tolerantes aos teores de sódio trocável existentes.

PERFIL N.º 81

Número de campo — 101 CE. Data — 05/06/69.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Planossolo Solódico A fraco textura arenosa com cascalho/argilosa fase Caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Localização — Lado direito da estrada Sítios Novos—Itapebussu, distando 1 km de Sítios Novos. Município de Pentecostes.

Situação e declividade — Terço superior de encosta suave com 3-8% de declividade.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano Indiviso.



Material originário — Cobertura pedimentar de material arenoso sobre o Pré-Cambriano Indiviso.

Relevo local — Suave ondulado.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 50 m.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Poucos calhaus e cascalhos arredondados.

Erosão — Laminar ligeira.

Vegetação local — Caatinga hiperxerófila densa, com predomínio de marmeleiro; ocorrem também catingueira, pereiro e carnaúba, estando o solo coberto por substrato de gramíneas.

Vegetação regional — Caatinga hiperxerófila e floresta ciliar de carnaúba.

Uso atual — Pecuária extensiva na caatinga.

A1 0-25 cm; bruno (10YR 5/3, úmido e úmido amassado), cinzento-claro (2.5Y 7/3, seco e seco triturado); areia; grãos simples; muitos poros pequenos; solto, solto não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.

A2 25-49 cm; bruno muito claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido), mosqueado muito, grande e distinto bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido); areia franca com cascalho; maciça; muitos poros pequenos; duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.

IIbT 49-70 cm<sup>+</sup>; coloração variegada composta de cinzento (5Y 6/1, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), vermelho-escuro (10YR 3/6, úmido); argilo-arenosa; forte grande prismática composta de moderada média blocos angulares e subangulares; muitos poros muito pequenos; extremamente duro, extremamente firme, muito plástico e pegajoso.

Raízes: muitas no horizonte A1 e poucas no A2.

Obs.: o horizonte A1 apresenta mosqueado pouco, pequeno e difuso proveniente da decomposição de raízes; em algumas áreas estes solos apresentam leitos de quartzo no horizonte A; presença de poucos calhaus e cascalhos ao longo do perfil.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (5157-5159)

Horizonte	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %					Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %
	Simb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-25	0	4	96	52	35	9	4	3	2,25	25
A2	-49	0	11	89	64	21	5	10	7	0,50	30
IIbT	-70	0	3	97	37	15	9	39	35	0,23	10

C %	N %	MO %	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			C N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,21	0,03	0,36	7	2,6	1,6	0,8	0,19	0,08	2,76	2,09	3,14
0,15	0,02	0,25	8	4,6	2,9	1,8	0,24	0,12	2,70	1,93	2,51
0,16	0,03	0,27	5	8,2	12,3	5,7	0,37	0,12	2,51	1,94	3,39

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T	
5,3	4,1	0,5	0,1	0,05	0,05	0,7	0,9	0,7	2,3	30
5,5	4,0	1,1	0,3	0,07	0,09	1,6	0,4	0,7	2,7	59
5,7	3,8	2,8	7,1	0,08	0,85	10,8	1,7	0,8	13,3	81

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
	Al <sup>+3</sup> +S	C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>				
T					← mE/100g →						
2	50	—	—	—	—	—	—	—	<1	4	
3	30	—	—	—	—	—	—	—	<1	7	
6	7	—	—	—	—	—	—	—	<1	22	

276/PEDOLOGIA

### 3.4.2.12 — Solonetz Solodizado

São solos halomórficos, caracterizados por um horizonte B textural bastante diferente dos demais, ou seja o B solonético ou nátrico, definido segundo a "Soil Taxonomy" (1975) como uma modalidade especial de horizonte B argílico com saturação com sódio trocável igual ou maior que 15% nos 40 cm superiores. É também considerado nátrico um horizonte com mais magnésio e sódio trocáveis do que cálcio e hidrogênio nos 40 cm superiores, nesse caso, algum horizonte em 2 m a partir da superfície do solo deve ter saturação com sódio trocável igual ou maior que 15%.

Apresentam-se bastante diferenciados, normalmente rasos a medianamente profundos, imperfeitamente ou mal drenados, com reação moderadamente ácida a praticamente neutra, muito susceptíveis à erosão, com seqüência de horizontes A, Bt e C. Possuem mudança textural abrupta do A para o Bt, com gradiente textural bastante elevado.

Possuem alta soma de bases trocáveis (S), alta saturação de bases (V%) e elevado teor de saturação com sódio trocável (100.Na<sup>+</sup>/T), principalmente no horizonte C.

Na região estudada, em geral, a textura é arenosa no horizonte A e média ou argilosa no Bt, às vezes com cascalho.

O horizonte A é fraco, com espessura entre 10 e 40 cm, podendo ser subdividido em A1 e A2. No A1, as cores mais comuns, em solos úmidos, são bruno muito claro-acinzentado, bruno-forte, bruno-amarelado-claro e bruno-amarelado-escuro e, em alguns casos, rosete, nos matizes 10YR a 7.5YR, valores de 4 a 8 e cromas de 3 a 6. A estrutura é muito fraca ou fraca, pequena e granular ou em grãos simples, ou ainda, maciça. O grau de consistência para solo seco é solto ou macio, quando úmido é solto a friável e não plástico e não pegajoso, para solo molhado. O horizonte A2, quando ocorre, apresenta coloração mais clara.

O horizonte Bt possui espessura entre 15 e 80 cm, com cores em solo úmido, bruno-acinzentado, oliva-claro-acinzentado e bruno-amarelado-claro, matizes de 10YR a 5Y, valores de 4 a 7 e cromas de 2 a 4, quase sempre apresentando mosqueado distinto ou proeminente, vermelho-amarelado, podendo até possuir coloração variegada; apresentam estrutura forte, grande, colunar ou prismática, composta de forte ou moderada, média e grandes blocos angulares e, algumas vezes, ocorrendo apenas como moderada, média, blocos angulares e/ou subangulares; o grau de consistência é de muito duro ou extremamente duro, em solo seco, muito firme ou extremamente firme, quando úmido, e plástico ou muito plástico e pegajoso ou muito pegajoso, quando molhado.

O horizonte C normalmente é de cores oliváceas claras e tem influência de material da rocha semi-intemperizada.

Sua utilização agrícola é fortemente limitada pela deficiência de água na estação seca, e excesso na chuvosa, e outros fatores como elevado teor de sódio trocável, condições físicas adversas ao manejo, profundidade efetiva e susceptibilidade à erosão.

Estes solos ocorrem na região estudada em relevo plano e suave ondulado, sob vegetação de Estepe.

Na correlação tentativa com a classificação americana de solos, correspondem ao grande grupo dos *Natragids*.

#### PERFIL N.º 21

Classificação — Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa cascalhenta/média. *Aquic Natragid*.

Localização — A 5 km de Aracatiçu, na estrada para Juá, lado esquerdo. Município de Sobral — CE. Folha SA.24-Y-D.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em trincheira, em local com declividade de 2% e erosão laminar ligeira.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano. Migmatitos.

Material originário — Produto da alteração de migmatitos.

Relevo — Plano.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Cobertura vegetal — Estepes Arbóreas Abertas.

Uso atual — Pastagem natural.

- A1 0-20 cm; bruno forte (8.5YR 5/6, úmido); areia franca com cascalho; maciça que se desfaz em grãos simples; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- A2 20-35 cm; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, úmido); franco-arenosa cascalhenta; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.
- B2t 35-55 cm; bruno-amarelado-claro (2.5Y 6/4, úmido); franco-argilo-arenosa; moderada média colunar e blocos angulares; muito duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- B3t 55-70 cm; cinzento-brunado-claro (2.5Y 6/2, úmido), mosqueado pouco pequeno distinto amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido); franco-arenosa cascalhenta; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares e angulares; duro, firme, não plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: poucas no A1.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (77.2572-2575)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A1	0-20	0	11	89	59	19	14	8	4	1,75	50
A2	-35	8	33	59	37	11	45	7	3	6,43	57
B2t	-55	0	6	94	53	10	11	26	24	0,42	8
B3t	-70	0	38	62	61	10	10	19	17	0,53	11

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0,17	0,05	0,29	3	3,4	2,4	1,0	0,18	2,41	1,90	3,73		
0,07	0,05	0,12	1	2,8	1,6	1,0	0,14	2,97	2,12	2,49		
0,13	0,05	0,22	3	11,3	6,3	2,5	0,38	3,05	2,43	3,96		
0,13	0,04	0,22	3	12,7	6,1	4,8	0,52	3,54	2,36	1,99		

(pH 1:2,5)										V %
Complexo sortivo mE/100g										
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T	
5,0	3,7	1,5	0,4	0,10	0,12	2,1	0,7	0,4	3,2	66
5,3	3,7	0,9	0,6	0,06	0,21	1,8	0,6	0,3	2,6	69
6,0	4,0	5,5	5,7	0,06	1,72	10,8	0,7	0,1	11,6	93
6,8	4,3	7,7	7,7	0,03	4,19	18,2	0,5	0,1	18,8	97

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade	
	Al <sup>+3</sup> +S	C.E. do extrato mmhos/cm @ 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>					
4	16										<1	5
8	14										<1	4
15	1	0,60	50	2,2	0,01	0,89					<1	22
22	1	1,09	50	1,4	0,04	0,93					63	16

PERFIL N.º 95

Número da campo — 102 CE. Data — 07/06/69.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Solonetz Solodizado A fraco textura arenosa/argilosa fase Campo xerófilo com carnaúba relevo plano.

Localização — Margem esquerda da estrada Granja—Parazinho, distando 4,6 km da primeira. Município de Granja.

Situação e declividade — Corte de estrada em terço superior de encosta com aproximadamente 2% de declividade.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano Indiviso. Gnaíse.

Material originário — Saprolito do gnaíse com delgada cobertura de material pedimentar.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 30 m.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Presença de cascalhos e calhaus de quartzo arredondados e subarredondados.

Erosão — Laminar ligeira e em sulcos repetidos ocasionalmente.

Vegetação local — Campo xerófilo com carnaúba.

Vegetação regional — Caatinga hiperxerófila pouco densa com: mofumbo, pau-branco, velame, marmeleiro, ocorrência de cactáceas e Campo xerófilo com carnaúba.

Uso atual — Pecuária extensiva na Caatinga e carnaubeiras.

- A1 0-27 cm; rosete (7.5YR 8/4, úmido), branco-rosado (7.5YR 8/2, seco); areia franca; muito fraca pequena granular; muitos poros pequenos; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.
- IIB21t 27-42 cm; coloração variegada composta de amarelo-claro-acinzentado (2.5Y 7/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); franco-argilo-arenosa com cascalho; moderada média blocos subangulares e angulares; poros comuns muito pequenos; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição plana e clara.
- IIB22t 42-58 cm; oliva-claro-acinzentado (5Y 6/3, úmido), amarelo claro-acinzentado (5Y 7/3, seco); mosqueado pouco, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); argilo-arenosa; forte, grande, colunar composta de forte grande blocos angulares; poros comuns muito pequenos; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição plana e clara.
- IIB31t 58-70 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido); franco-argilo-arenosa; moderada média blocos angulares; poros comuns muito pequenos; extremamente duro, extremamente firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- IIB32t 70-80 cm<sup>+</sup>; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, úmido); franco-argilo-arenosa; moderada média blocos angulares; poros comuns muito pequenos; extremamente duro, extremamente firme, plástico e pegajoso.

Raízes: muitas no horizonte A1, poucas no IIB21t e IIB22t e raras nos demais horizontes.

Obs.: presença de cascalhos e calhaus de quartzo angulosos na massa do solo.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (5160-5164)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A1	0-27	0	4	96	24	59	13	4	2	3,25	50
IIB21t	-42	0	8	92	37	16	13	34	34	0,38	0
IIB22t	-58	0	4	96	31	14	17	38	38	0,45	0
IIB31t	-70	0	3	97	40	18	15	27	27	0,56	00
IIB32t	-80	0	5	95	28	21	22	29	29	0,76	3

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0,35	0,04	0,60	9	2,0	1,2	0,7	0,16	0,04	2,82	2,06	2,68	
0,18	0,03	0,30	6	15,7	9,1	3,9	0,41	0,08	2,93	2,30	3,66	
0,16	0,02	0,27	8	17,0	9,4	4,0	0,45	0,09	3,07	2,42	3,69	
0,16	0,02	0,27	8	12,9	5,6	5,0	0,39	0,11	0,92	2,49	1,75	
0,16	0,02	0,27	8	16,3	7,2	4,9	0,56	0,27	3,85	2,61	2,31	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T		
5,5	4,1	0,6	0,3	0,26	0,09	1,3	1,0	0,6	2,9	45	
6,4	4,8	6,2	8,0	0,04	2,17	16,4	1,2	0	17,6	93	
6,6	5,9	7,3	9,9	0,04	4,12	21,4	0,4	0	21,8	98	
8,3	6,3	6,0	8,1	0,03	4,07	18,2	0	0	18,2	100	
8,4	6,5	8,1	10,7	0,03	7,39	26,2	0	0	26,2	100	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>+3</sup> +S			← mE/100g →						
3	32	—	—					—	<1	6
12	0	0,6	90					—	<1	53
19	0	1,7	82					—	1	52
22	0	3,2	72					0	6	30
28	0	3,7	82					0	20	35

### 3.4.2.13 — Solonchak Sódico

São solos halomórficos, que possuem condutividade elétrica do extrato de saturação maior que 4mmhos/cm a 25°C, pelo menos durante um período do ano, e percentagem de sódio trocável maior que 15% em algum horizonte.

Apresentam acumulação de sais solúveis no horizonte superficial. Este horizonte normalmente se apresenta pouco espesso, algumas vezes com a superfície apresentando uma crosta branca de sais, em época seca. Abaixo deste horizonte segue o horizonte C que pode ser gleizado ou não.

A alta concentração de sais solúveis conduz a uma elevada condutividade elétrica no extrato de saturação (mmhos/cm a 25°C), geralmente em torno de 7 a 47mmhos, podendo chegar, em alguns casos, a 260mmhos nos primeiros dois centímetros de solo, no período seco.

Originam-se de deposições fluviais recentes em relevo plano de várzea, diferenciando-se dos Aluviais principalmente devido a alta salinidade.

Não há utilização agrícola destes solos, devido principalmente à elevada salinidade. As áreas são utilizadas com extrativismo de carnaúba e oiticica e pecuária extensiva.

Ocorrem na zona do litoral, nas várzeas próximas às desembocaduras dos rios maiores, geralmente associados a Solos Indiscriminados de Mangues e Aluviais.

Sobre estes solos se desenvolve uma espécie vegetal muito característica, conhecida como brejo ou bredinho da praia (*Iresine portulacoides* Moq.).

#### PERFIL N.º 101

Número de campo — 11 CE. Data — 06/11/63.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Solonchak Solonético (Sódico) A fraco textura siltosa/argilosa fase Caatinga hiperxerófila relevo plano.

Localização — Estrada Acaraú—Prata, a 8,5 km da primeira. Município de Acaraú.

Situação e declividade — Trincheira na margem do rio Acaraú, em área plana.

Formação geológica e litologia — Holoceno.

Material originário — Sedimentos aluviais argilo-siltosos.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano.

Altitude — 30 m.

278/PEDOLOGIA

Drenagem — Imperfeitamente/ mal drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Erosão — Laminar ligeira.

Vegetação local — Caatinga hiperxerófila destacando-se: carnaúba, oiticica, chá-de-boi, marmeleiro, xique-xique, mandacaru, pereiro, café-bravo, mofumbo e juazeiro, entre outros.

Vegetação regional — Floresta ciliar de carnaúba, Caatinga hiperxerófila e áreas desprovidas de vegetação.

Uso atual — Carnaúba.

A1 0-20 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido), mosqueado muito, médio e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); franco-argilo-siltosa; moderada média blocos subangulares; poros comuns pequenos; extremamente duro, extremamente firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.

IIIC1g 20-65 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); argilo-siltosa; moderada grande prismática composta de moderada pequena blocos angulares; poucos poros pequenos e muito pequenos; *slickenside* muito; extremamente duro, extremamente firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

IIIC2g 65-110 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); argilo-siltosa; moderada grande prismática composta de moderada pequena blocos angulares; poucos poros pequenos e muito pequenos; *slickenside* muito; firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara.

IVC3g 110-150 cm; cinzento-escuro (10YR 4/1, úmido), mosqueado muito, médio e proeminente vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argilo-siltosa; moderada grande prismática composta de moderada pequena blocos angulares; poucos poros pequenos e muito pequenos; *slickenside* muito; firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta.

VC4 150-210 cm; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3, úmido), mosqueado muito, grande e proeminente bruno forte (7.5YR 5/6, úmido); areia; grãos simples; muitos poros pequenos; solto, solto, não plástico e não pegajoso.

Raízes: abundantes no horizonte A1 e poucas nas demais camadas.

Obs.: encontra-se eflorescência em pontos diversos, ao longo das margens do rio.

#### Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (065-069)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Simb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-20	0	0	100	2	2	65	31	24	2,10	23
IIIC1g	-65	0	0	100	1	x	44	55	49	0,80	11
IIIC2g	-110	0	1	99	1	1	49	49	44	1,00	10
IVC3g	-150	0	x	100	10	2	49	39	37	1,26	5
VC4	-210	0	6	94	83	9	7	1	1	7,00	0

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			
0,63	0,07	1,08	9	15,6	8,4	4,7	0,71	0,05	3,16	2,32	2,80
0,38	0,04	0,65	10	24,9	14,3	7,4	1,06	0,05	2,96	2,23	3,03
0,34	0,03	0,58	11	25,8	14,4	7,5	1,06	0,10	3,05	2,29	3,01
0,24	0,03	0,41	8	22,0	12,4	6,6	0,61	0,08	3,02	2,25	2,94
0,07	0,01	0,12	7	0,6	0,6	0,8	0,19	0,01	1,70	0,92	1,18

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T		
5,8	4,5	5,2	7,4	0,21	1,69	14,5	3,0	0,1	17,6	82	
6,8	5,5	10,0	20,3	0,13	2,69	33,1	1,4	0	34,5	96	
7,7	6,6	10,8	14,5	0,27	7,37	32,9	0	0	32,9	100	
7,6	6,4	8,3	11,6	0,11	7,09	27,1	0	0	27,1	100	
7,3	6,6		0,8	0,04	0,31	1,2	0	0	1,2	100	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade	
	100.Al <sup>3+</sup>	C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>				Na <sup>+</sup>
T.	Al <sup>3+</sup> +S			← mE/100g →						
10	1	—	—	pouco	pouco	0,02	0,38	—	2	26
8	0	—	—	"	"	0,02	5,86	—	7	43
22	0	—	—	"	"	0,01	3,64	—	45	40
26	0	—	—	"	"	0,01	2,80	—	28	34
28	0	—	—	—	—	—	—	—	2	2

### 3.4.2.14 — Solos Indiscriminados de Mangues

Esta unidade compreende solos halomórficos, indiscriminados, alagados, ocorrendo nas partes baixas da orla marítima, principalmente próximo a desembocadura de rios, sob influência do movimento das marés e com uma cobertura vegetal muito característica, denominada mangue. Engloba principalmente Solonchaks e Solos Gley Thiomórficos ou Solos Ácidos Sulfatados.

São solos não ou muito pouco desenvolvidos, gleyzados, muito mal drenados, com alto teor de sais proveniente da água do mar e de compostos de enxofre, que se formam nestas áreas sedimentares, baixas e alagadas, onde há ocorrência de matéria orgânica.

Não possuem, de modo geral, diferenciação de horizontes, podendo, no entanto, apresentar um A1 nas partes marginais.

Ocorrem no litoral, mais notadamente nos locais próximos à desembocadura dos principais rios e, em alguns casos, nas margens de lagoas próximas ao litoral.

Não são usados para fins agrícolas, devido ao excesso de sais e por estarem constantemente inundados.

### 3.4.2.15 — Areias Quartzosas distróficas e álicas

São solos pouco desenvolvidos, não hidromórficos, profundos a muito profundos, excessivamente drenados, com menos de 15% de argila. Possuem baixa soma de bases e muito baixa saturação de bases, decorrendo daí uma baixa fertilidade natural.

O horizonte A tem espessura média de 30 cm, normalmente do tipo fraco e, às vezes, moderado. Possuem cores com matizes 10YR e 5YR, bruno-escuro, bruno-avermelhado-escuro, bruno-claro-acinzentado e bruno, valores de 3 a 6 e cromas de 2 a 3; a estrutura mais comum é fraca ou muito fraca, pequena ou média, granular ou grãos simples, e o grau de consistência é de solto ou macio, quando seco, e solto a muito friável, quando úmido, e não plástico e não pegajoso, em solo molhado. Corresponde ao *epipedon* ócrico da classificação americana.

Sob o horizonte A situa-se um horizonte C, geralmente compreendendo C1, C2 e C3, com espessura normalmente superior a 200 cm, cores mais claras que o horizonte A, geralmente associações de brunadas a amareladas, matizes 10YR e 5YR, valores de 5 a 7 e cromas de 4 a 8.

A utilização agrícola destes solos é muito limitada, principalmente devido à baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e à própria textura arenosa. Estes solos têm sido usados com pecuária extensiva e também para a cultura do cajueiro na zona do litoral. Contudo, pequenas áreas, não mapeáveis para o nível do trabalho realizado, apresentam-se eutróficas, constituindo bom potencial para culturas de subsistência, tais como milho, mandioca e feijão, como ocorre próximo a Paracuru, Acaraú e Trairi.

Ocorrem em todo o litoral da área, na região de Cocal, Padre Vieira, nas proximidades de Piracuruca, divisa do Ceará com Piauí

e próximo a Parnaíba e Araisos, em relevo plano e suave ondulado.

#### PERFIL N.º 126

Número de Campo — 61 CE. Data — 1968.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento dos Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Areia Quartzosa distrófica A fraco fase Floresta/Caatinga relevo plano.

Localização — Margem direita da estrada Tianguá—Viçosa do Ceará, distante 2 km da primeira (Campo Experimental da SUDEC). Município de Tianguá.

Situação e declividade — Trincheira sob vegetação natural, na parte superior de elevação de topo plano com 1% de declividade.

Formação geológica e litologia — Siluriano—Devoniano Inferior. Formação Serra Grande. Arenitos.

Material originário — Arenito.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 740 m.

Drenagem — Excessivamente drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Erosão — Não aparente.

Vegetação local — Vegetação de transição entre Floresta e Caatinga com predomínio de: pitomba-de-leite, faveira, amargosa, almeida, conduru, murici, taturapé, jurema-branca, croatá e guariroba.

Vegetação regional — Vegetação de transição entre Floresta e Caatinga e culturas.

Uso atual — Mandioca.

A1 0-20 cm; bruno escuro (10YR 4/3, úmido e úmido amassado), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); areia franca; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos e pequenos; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.

C1 20-50 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); areia franca; grãos simples; muitos poros muito pequenos e pequenos; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.

C2 50-110 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); areia franca; grãos simples; muitos poros muito pequenos e pequenos; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

C3 110-170 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/5, úmido); areia franca; grãos simples; muitos poros muito pequenos e pequenos; solto, solto não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

C4 170-240 cm<sup>+</sup>; bruno-amarelado-claro (10YR 6/5, úmido); areia franca; grãos simples; muitos poros muito pequenos e pequenos; solto, solto, não plástico e não pegajoso.

Raízes: abundantes no A1 e C1, poucas no C2 e C3 e raras no C4.

Obs.: os últimos 40 cm foram examinados com o trado.

#### Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (4504-4508)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de floc. %
	Simb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-20	0	1	99	67	17	9	7	2	1,29	71
C1	-50	0	1	99	61	27	5	7	3	0,71	57
C2	-110	0	1	99	59	26	7	8	4	0,88	50
C3	-170	0	2	98	50	32	10	8	6	1,25	25
C4	-240	0	2	98	49	32	11	8	4	1,38	50



C %	N %	MO %	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %							Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
0,93	0,08	1,59	12	3,7	3,8	0,5	0,22	0,02	1,65	1,52	12,03	
0,41	0,04	0,70	10	2,6	2,9	0,6	0,17	0,01	1,52	1,34	7,47	
0,27	0,04	0,46	7	2,8	3,1	0,4	0,18	0,01	1,54	1,42	12,16	
0,15	0,02	0,25	8	3,4	3,7	0,6	0,22	0,01	1,56	1,41	9,55	
0,13	0,01	0,22	13	3,4	3,8	0,3	0,23	0,01	1,52	1,45	19,63	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>12</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>13</sup>	T	
4,7	3,6	0,7	0,07	0,04	0,8	2,7	0,8	4,3	19	
5,1	4,0	0,2	0,02	0,04	0,3	1,9	0,7	2,9	10	
5,2	4,0	0,2	0,12	0,09	0,4	1,4	0,6	2,4	17	
5,3	4,0	0,2	0,02	0,09	0,3	1,0	0,4	1,7	18	
5,2	4,0	0,2	0,09	0,08	0,4	1,1	0,5	2,0	20	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>13</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>12</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>13</sup> +S			mE/100g						
<1	50	—	—	—	—	—	—	3	4	
1	70	—	—	—	—	—	—	1	4	
4	60	—	—	—	—	—	—	1	5	
5	57	—	—	—	—	—	—	1	4	
4	56	—	—	—	—	—	—	1	4	

### 3.4.2.16 — Areias Quartzosas Marinhas distróficas

São solos derivados de sedimentos arenoquartzosos não consolidados, de origem marinha, referidos ao Holoceno, não hidromórficos, de fertilidade natural muito baixa, profundos e excessivamente drenados. Situam-se nas áreas de baixada litorânea, e em forma de dunas, constituindo uma estreita faixa que segue paralelamente à orla marítima, interrompida pela desembocadura de rios.

Apresentam seqüência de horizontes A e C, podendo o A estar ausente nas áreas mais próximas do mar, ou quando estão sujeitos à ação constante dos ventos.

O horizonte A em geral é fracamente desenvolvido, de cores cinzento-escuro ou muito escuro, matiz 5YR ou 10YR, com influência de matéria orgânica. A textura é areia e a estrutura em grãos simples; apresenta muitos poros pequenos e médios, grau de consistência solto, não plástico e não pegajoso.

O horizonte C possui características semelhantes ao horizonte A, exceto a cor, que é mais clara, geralmente de cinzento-claro a bruno amarelado-claro.

Sob vários aspectos apresentam limitações fortes ou muito fortes ao uso agrícola, embora, em alguns casos, sejam aproveitados com culturas de coco e caju.

### 3.4.2.17 — Solos Aluviais eutróficos

São solos pouco desenvolvidos, cuja formação se deve a deposições fluviais recentes e de naturezas diversas.

Apresentam um horizonte A, diferenciado, sobre camadas estratificadas e normalmente sem relações genéticas entre si (IIC, IIC, IVC...).

Variam de medianamente profundos a muito profundos, com texturas as mais diversas, moderada a imperfeitamente drenados. Possuem pH entre moderadamente ácido a levemente alcalino, alta soma de bases trocáveis, e saturação de bases com valores altos, normalmente superiores a 70%.

O horizonte A ou Ap destes solos é normalmente fraco ou moderado, ocorrendo também o chernozêmico. A textura varia desde

arenosa até argilosa. Sua cor (úmido) normalmente é bruno-acinzentado-escuro e bruno muito escuro, no matiz de 10YR, valores de 2 a 4 e croma 2; estrutura granular ou em blocos, fraca ou moderadamente desenvolvida podendo ocorrer maciça; o grau de consistência varia de macio a extremamente duro, em solo seco, e de friável a firme, quando úmido.

As camadas subjacentes apresentam espessura em torno de 150 cm, cores geralmente brunadas, matiz 10YR, valores de 3 a 6 e cromas de 2 a 4; textura geralmente arenosa ou média; estrutura, mais comum, maciça, muito pouco coesa e pouco coesa e grãos simples; grau de consistência muito friável a friável, quando úmido, não plástico e ligeiramente plástico e não pegajoso e ligeiramente pegajoso, em solo molhado.

Estes solos encontram-se nas planícies dos principais rios da área; possuem alta fertilidade natural e representam um importante potencial para exploração agropecuária, desde que convenientemente enquadrado num planejamento racional, onde se levem em conta os problemas das chuvas e conseqüentes inundações, constituindo sérias limitações ao uso agrícola e à mecanização.

### 3.4.2.18 — Gley Húmico eutrófico

São solos hidromórficos, com seqüência de horizontes A e Cg, gleyzados, pouco profundos e mal drenados. Apresentam um horizonte A com cor cinzento muito escura ou mesmo preta, resultante da acumulação de matéria orgânica advinda da decomposição de vegetais. Este horizonte constitui o elemento diferenciador dos Solos Gley Húmico e Gley Pouco Húmico, por se apresentar normalmente mais espesso, de cor mais escura e com maior conteúdo de matéria orgânica. Sob o horizonte A, situa-se o horizonte subsuperficial (Cg) de coloração acinzentada, em virtude da redução de ferro que se processa em meio anaeróbio, devido às más condições de aeração geradas pelo encharcamento.

São solos de textura variável, com argila de atividade baixa ou alta, normalmente ácidos, com saturação de bases acima de 50%.

A principal limitação ao uso agrícola destes solos decorre do excesso de água, com lençol freático próximo à superfície, podendo prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas, se não houver um sistema de drenagem satisfatório.

Estes solos ocorrem em pequenos vales formados na serra da Ibiapaba, em relevo plano, sob vegetação de Floresta, associados a Solos Aluviais eutróficos, sendo muito utilizados com a cultura da cana-de-açúcar e olericultura.

#### AMOSTRA EXTRA N.º 34 — (17 CE)

Data — 15/11/69.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Gley Húmico eutrófico textura média fase Floresta perenifólia de várzea relevo plano.

Localização — Margem direita da estrada Ubajara—Estado do Piauí distando 11 km de Ubajara. Município de Ubajara.

Situação e declividade — Baixada em fundo de vale na chapada da Ibiapaba.

Formação geológica e litologia — Holoceno.

Material originário — Sedimentos areno-argilosos.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano.

Altitude — 750 m.

Drenagem — Mal drenado.

Pedregosidade — Ausente.

Erosão — Não aparente.

Vegetação local — Floresta perenifolia de várzea.

Vegetação regional — Floresta perenifolia de várzea e culturas.

Uso atual — Cana-de-açúcar.

Ap 0-30 cm.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (5548)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg. %	Grau de floc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
Ap	0-30	0	1	99	35	25	22	18	8	1,22	56

C %	N %	MO %	C N	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
3,38	0,31	5,81	11	10,2	6,2	0,9	0,25	0,10	2,80	2,56	10,86

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								V %
H <sub>2</sub> O	KClIN	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T	
6,3	5,3	7,7	3,5	0,14	0,08	11,4	6,7	0	18,1	63

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup> + S		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
	T	Al <sup>+3</sup> + S	C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
<1	0	—	—	—	← mE/100g →				—	9	24

### 3.4.2.19 — Laterita Hidromórfica eutrófica e distrófica

São solos minerais, desenvolvidos em condições de imperfeita a má drenagem, caracterizados por apresentarem plintita de consistência branda desde o topo do horizonte B. A plintita endurece irreversivelmente após exposição a condições de alternância de umedecimento e ressecamento e especialmente se exposta ao ar e/ou calor do sol.

São, em geral, moderada a fortemente ácidos, pobres em matéria orgânica, de baixa a alta saturação de bases, baixa permeabilidade e susceptíveis à erosão.

São desenvolvidos a partir de arenitos e siltitos com influência de material transportado ou de sedimentos do Quaternário.

Estes solos, na área estudada, apresentam seqüência de horizontes A, Btpl e Cpl. São medianamente profundos a profundos, com horizonte A fraco ou moderado.

O horizonte A tem espessura em torno de 20 cm, estrutura fraca, podendo ocorrer maciça, de cores entre bruno-escuro a bruno-acinzentado, textura média ou argilosa, às vezes cascalhenta.

O horizonte Btpl, de espessura de até 150 cm, apresenta, como característica principal, a presença de plintita, com o que este horizonte mostra aspecto de coloração variegada ou abundância de mosqueado. Destaca-se ainda no Btpl uma estrutura pouco desenvolvida e bastante compacta, quando seco, com consistência muito dura.

O horizonte Cpl apresenta-se consolidado, com maior desenvolvimento da plintita e maior quantidade de material semi-intemperizado na massa do solo.

O aproveitamento destes solos, que podem ser eutróficos ou distróficos, se faz como suporte de pastagens para pecuária extensiva. A sua utilização com lavouras de subsistência (milho, mandioca e feijão) aparece nas áreas onde o horizonte A é mais espesso.

A utilização em grande escala destes solos implica em recuperação, envolvendo subsolagem, drenagem, irrigação e métodos de conservação, além de adubação e calagem.

PERFIL N.º 102

Número de campo — 163 CE. Data — 24/11/70.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Laterita Hidromórfica eutrófica A moderado textura média muito cascalhenta/argilosa cascalhenta fase Caatinga hiperxerófila relevo plano.

Localização — Margem esquerda da estrada Croatá—Paracuru, distando 2,1 km da primeira. Município de São Gonçalo do Amarante.

Situação e declividade — Topo plano de pequena elevação com aproximadamente 2% de declividade.

Formação geológica e litologia — Contato do Terciário (Grupo Barreiras) com o Pré-Cambriano Indiviso.

Material originário — Capeamento delgado de material argilo-arenoso sobre rochas do Pré-Cambriano.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 40 m.

Drenagem — Imperfeitamente drenado.

Pedregosidade — Grande quantidade de cascalhos e calhaus de quartzo angulosos e arredondados.

Erosão — Laminar Moderada.

Vegetação local — Caatinga hiperxerófila, com predomínio de mofumbo, catingueira e catanduba.

Vegetação regional — Caatinga hiperxerófila.

Uso atual — Não utilizado com agricultura.

A1 0-20 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco-arenosa muito cascalhenta; maciça; muitos poros pequenos; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.

Btpl 20-120 cm<sup>+</sup>; coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido), vermelho (2.5YR 4/6, seco), vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmido), vermelho-escuro (10R 3/6, seco), amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido) e amarelo (10YR 7/8, seco); franco-argilosa cascalhenta; maciça, muito coesa; muitos poros pequenos; extremamente duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: muitas no horizonte A1 e poucas no topo do Btpl.

Obs.: o horizonte Btpl não absorve água, razão pela qual não foi possível avaliar a consistência úmida; grande quantidade de cascalhos e calhaus de quartzo, angulosos e arredondados, na massa do solo.

Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (7029-7030)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg. %	Grau de floc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-20	4	64	32	33	32	19	16	11	1,19	31
Btpl	-120	0	39	61	23	19	23	35	0	0,66	100

C %	N %	MO %	C N	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %						Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
1,25	0,14	2,15	9	9,0	7,8	3,3	0,50	0,03	1,96	1,54	3,71	
0,41	0,06	0,70	7	19,5	17,8	7,7	0,64	0,02	1,86	1,46	3,63	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T		
6,5	5,6	4,1	1,1	0,19	0,06	5,5	1,7	0	7,2	78	
5,8	5,1	1,9	0,8	0,15	0,06	2,9	1,8	0	4,7	62	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> +S	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/ cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T										
<1	0	—	—	← mE/100g →				—	1	15
1	0	—	—					—	<1	17

### 3.4.2.20 — Regossolo distrófico

Estes solos são pouco desenvolvidos, não hidromórficos, ácidos, medianamente profundos a profundos, porosos, arenosos, diferenciando-se das Areias Quartzosas por possuírem teores significativos de minerais primários de fácil intemperização, principalmente feldspato potássico, nas frações areia e/ou cascalho.

Podem apresentar ou não *fragipan*, cuja ocorrência varia em profundidade influenciando a drenagem interna destes solos, variável de moderada a excessivamente drenados.

Possuem seqüência de horizontes A e C, com o horizonte A normalmente fraco, de espessura entre 10 e 30 cm, coloração, em solo úmido, no matiz 10YR, valores 3 a 6 e cromas de 2 a 4; a estrutura é comumente em grãos simples ou maciça, raramente granular; grau de consistência solto, macio ou ligeiramente duro, quando seco, e solto a muito friável, em solo úmido, e não plástico e não pegajoso, em solo molhado.

O horizonte C tem espessura variando de acordo com a proximidade da rocha subjacente, normalmente entre 50 a 150 cm. Nos solos onde não há ocorrência de *fragipan*, a espessura é maior, podendo ultrapassar 200 cm. Apresentam cores mais claras que o horizonte A.

O *fragipan*, quando ocorre, pode compreender os horizontes C2 e C3 com espessura em torno de 20 a 50 cm, cores no matiz 10YR, podendo apresentar mosqueados decorrentes de problemas de drenagem; sua estrutura normalmente se apresenta maciça coesa a muito coesa, grau de consistência duro a extremamente duro, em solo seco, muito friável a firme, quando úmido, e não plástico e não pegajoso, quando molhado.

Ocorrem em pequenas áreas de relevo plano nas proximidades de Cariré, Cemoaba e Pinacuí, onde são utilizados como suporte de pastagens para pecuária extensiva.

### 3.4.2.21 — Solos Litólicos eutróficos, distróficos e álicos

São solos não hidromórficos, pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo um horizonte A diretamente assentado sobre a rocha (R) ou sobre um horizonte C, de pequena espessura e geralmente com muitos minerais primários. Há casos em que estes

solos apresentam indícios de formação de um horizonte B incipiente.

Normalmente são bem a fortemente drenados, com características morfológicas, físicas e químicas variáveis em função do material originário. Quase sempre apresentam bastante pedregosidade e rochosidade na superfície.

O horizonte A tem espessura que varia de 5 a 40 cm, cores mais comuns nos matizes 10YR e 7.5YR, textura desde arenosa até silteosa, com cascalho ou cascalhenta, estrutura fraca a muito fraca, pequena ou média, granular e/ou em blocos subangulares, ou maciça pouco coesa, ou ainda em grãos simples.

Os solos de caráter eutrófico apresentam, no horizonte A ou AC, reação moderadamente ácida a praticamente neutra, soma de bases trocáveis variando de 2,2 a 27,1 mE/100g, alta saturação de bases e alumínio trocável ausente ou em pequena quantidade.

Nos solos distróficos a acidez é alta, pequenos valores de soma de bases (S) e saturação de bases, bem como saturação com alumínio menor que 50%; nos solos álicos a acidez é muito alta, baixos valores de soma de bases e saturação de bases, e saturação com alumínio superior a 50%.

Estes solos ocorrem dispersamente por toda a área figurando em quase todas as zonas fisiográficas existentes.

A utilização agrícola destes solos na área é muito prejudicada, decorrente de fortes limitações impostas por deficiência de água, pedregosidade, rochosidade, pouca profundidade, concreções, elevada susceptibilidade à erosão e os casos de relevo acentuado. Devido à boa fertilidade dos Litólicos que ocorrem nas encostas das serras, alguns agricultores utilizam-nos para culturas de subsistência, normalmente com milho, feijão e algodão, no sistema de plantio tradicional.

Ocorrem nas áreas dissecadas, ocupando posições de encostas, em relevos que variam desde suave ondulado a montanhoso, ou mesmo escarpado e, em outras áreas, em relevo praticamente plano.

#### PERFIL N.º 114

Número de campo — 155 CE. Data — 19/07/70.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Solo Litólico eutrófico A fraco textura média cascalhenta fase pedregosa e rochosa Caatinga hiperxerófila relevo plano substrato arenito e siltito.

Localização — Estrada Sobral—Frecheirinha, a 200 metros do entroncamento para Coreaú. Município de Sobral.

Situação e declividade — Trincheira em terço de elevação com 2 a 3% de declividade.

Formação geológica e litologia — Cambro-Ordoviciano. Grupo Jaibaras. Arenito e siltito.

Material originário — Arenito e siltito influenciado por retrabalhamento superficial de material macroclástico.

Relevo local — Plano.

Relevo regional — Plano e suave ondulado.

Altitude — 180 m.

Drenagem — Moderadamente drenado.

Pedregosidade — Regular quantidade de cascalhos e calhaus arredondados e subarredondados.

Erosão — Laminar moderada.

Vegetação local — Caatinga hiperxerófila.

Vegetação regional — Caatinga hiperxerófila.

Uso atual — Pecuária extensiva na Caatinga.

- A1 0-5 cm; bruno (7.5YR 5/4, úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco cascalhento; fraça pequena a média granular; muitos poros muito pequenos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- C1 5-15 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido), cinzento-claro (10YR 7/2, seco); franco cascalhento; não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- C2 15-40 cm<sup>+</sup>; rocha semi-intemperizada.
- Raízes: comuns no A1 e poucas no C1.
- Obs.: no horizonte C1 foi verificada textura em material peneirado, não podendo ser testadas a consistência seca e úmida e a estrutura; o horizonte A1 apresenta mosqueado pequeno, pouco e distinto de cores amareladas; grande quantidade de cascalhos e calhaus arredondados e subarredondados na massa do solo.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (6544-6546)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-5	0	23	77	14	28	50	8	6	6,25	25
C1	-15	0	31	69	11	27	50	12	8	4,17	33
C2	40	16	68	16	7	21	58	14	10	4,14	29

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,87	0,12	1,49	7	7,7	5,0	4,5	0,47	0,06	2,62	1,66	1,74	
0,34	0,07	0,58	5	10,7	7,1	4,9	0,38	0,04	2,56	1,78	2,27	
0,10	0,05	0,17	2	17,2	11,0	5,1	0,26	0,05	2,66	2,05	3,38	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T		
6,5	5,7	2,1	2,2	0,46	0,08	4,8	1,4	0	6,2	77	
5,6	4,0	0,8	1,2	0,41	0,05	2,5	1,7	0,6	4,8	52	
6,1	4,3	1,7	3,9	0,12	0,46	6,2	1,2	0,3	7,7	81	

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S			← mE/100g →						
1	0	—	—	—	—	—	—	26	13	
1	19	—	—	—	—	—	—	1	16	
6	5	—	—	—	—	—	—	1	17	

PERFIL N.º 118

Número de campo — 160 CE. Data — 30/10/70.

Fonte — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — Vol. II.

Classificação — Solo Litólico distrófico (álico) A moderado textura arenosa cascalhenta fase pedregosa e rochosa Caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado substrato quartzito.

Localização — Margem direita da estrada que une a rodovia Granja—Sobral ao açude Paula Pessoa, distando 6,1 km do entroncamento. Município de Granja.

Situação e declividade — Corte em terço inferior de encosta com aproximadamente 30% de declividade.

Formação geológica e litologia — Pré-Cambriano A. Quartzito.

Material originário — Saprolito do quartzito afetado por material retrabalhado macro-clástico.

Relevo local — Forte ondulado.

Relevo regional — Forte ondulado e montanhoso com vales encaixados.

Altitude — 160 m.

Drenagem — Acentuadamente drenado.

Pedregosidade — Grande quantidade de calhaus e matações de quartzito angulosos.

Erosão — Laminar moderada.

Vegetação local — Caatinga hipoxerófila com predomínio de cajueiro e mororó.

Vegetação regional — Caatinga hipoxerófila com predomínio de catanduba e vegetação de transição entre Floresta e Caatinga.

Uso atual — Não utilizado com agricultura.

A1 0-20 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); franco-arenosa cascalhenta; fraça pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; macio, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.

AC 20-40 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); franco-arenosa com cascalho; fraça pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; macio, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.

R 40-100 cm<sup>+</sup>.

Raízes: comuns nos horizontes A1 e AC e raras que penetram pelas fendas da rocha.

Obs.: grande quantidade de calhaus e matações de quartzito angulosos na massa do solo.

Análises Físicas e Químicas

Lab.: SNLCS (7019-7020)

Horizonte	Frações de amostras total %				Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %
	Símb.	Prof. cm	Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm			
A1	0-20	8	26	66	17	46	26	11	8	2,36	27
AC	-40	0	8	92	14	48	27	11	8	2,45	27

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,99	0,10	1,70	10	5,9	4,0	1,1	0,12	0,02	2,51	2,13	5,68	
0,49	0,05	0,84	10	6,4	4,4	1,5	0,12	0,02	2,48	2,03	4,59	

(pH 1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g									V %
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T		
4,9	3,7	0,6	0,09	0,06	0,8	5,3	1,8	7,9	10		
4,9	3,7	0,4	0,06	0,04	0,5	2,8	1,4	4,7	11		



Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
	Al <sup>3+</sup> +S		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
	← mE/100g →										
<1	89	—	—	—	—	—	—	—	<1	15	
<1	74	—	—	—	—	—	—	—	<1	12	

### 3.4.2.22 — Solos Concrecionários eutróficos e distróficos

Compreendem solos minerais, não hidromórficos, normalmente de textura média ou argilosa, argila de atividade baixa, caracterizados principalmente pela presença no perfil de grande quantidade de concreções, do tamanho de cascalhos, e, poucas vezes até maiores, ocupando desde a camada arável do solo, constituindo sério empecilho ao uso de implementos agrícolas.

Apresentam seqüência de horizontes Acn, Bcn e C, ou Acn e C, com profundidade variando desde solos rasos até medianamente profundos.

O horizonte Acn, comumente moderado, possui coloração bruna; estrutura fraca a moderada, pequena a média, granular ou em grãos simples; grau de consistência friável, quando úmido, e ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso, em solo molhado.

O horizonte Bcn, ocorrendo na área como textural, tem cores bruno-amarelado e vermelho-amarelado; a estrutura geralmente fraca, pequena a média, granular ou em grãos simples, sendo às vezes impossibilitada sua identificação, devido à grande quantidade de concreções; consistência friável, em solo úmido, e ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso, em solo molhado.

Estes solos praticamente não são cultivados, face às limitações muito fortes, por impedimento à mecanização, e às más condições físicas; são susceptíveis à erosão e de baixa saturação com alumínio. São utilizados, de modo geral, com pecuária extensiva.

Sua ocorrência está localizada na parte oeste da Folha, no Estado do Piauí, em relevo desde plano a ondulado sob vegetação de Estepe e Savana.

#### PERFIL N.º 16

Classificação — Solo Concrecionário com B textural eutrófico argila de atividade baixa abrupção A moderado textura arenosa/argilosa.

Localização — A 2 km da BR-222, na estrada para Piracuruca. Município de Piracuruca — Pl. Folha SA.24-Y-C.

Situação, declividade e erosão — Perfil coletado em trincheira em relevo plano, com declive aproximado de 1%, e erosão praticamente nula.

Formação geológica e litologia — Devoniano. Formação Pimenteiras.

Material originário — Produtos da alteração de arenitos e siltitos.

Relevo — Plano e suave ondulado.

Drenagem — Moderadamente drenado.

Cobertura vegetal — Campo com carnaúba e espécies de Estepe e Savana.

Uso atual — Pastagem natural.

A1cn	0-12 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); franco-arenosa; concreções abundantes e pequenas; não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
A3cn	12-25 cm; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); franco-arenosa; concreções abundantes pequenas e médias; não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.
B1tcn	25-40 cm; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); franco; concreções abundantes e médias; transição plana e clara.

11B2tcn	40-60 cm; bruno-amarelado (9YR 5/8, úmido); argila; concreções abundantes médias e grandes; transição plana e clara.
C	60-75 cm; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido), mosqueado muito pouco a comum e proeminente vermelho (2.5YR 4/6); argila; concreções abundantes médias e grandes.
Raízes:	abundantes finas no A1 e A3; raras finas no B1 e B2; ausentes no C.

#### Análises Físicas e Químicas Lab.: SNLCS (1178-1182)

Horizonte	Prof. cm	Frações de amostras total %			Comp. granulométrica (tfsa) %				Arg. nat. %	Silte Arg.	Grau de flocc. %
		Calhau >20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A1cn	0-12	1	77	22	11	51	32	6	4	5,33	33
A3cn	-25	10	75	15	12	47	31	10	9	3,10	10
B1tcn	-40	12	65	23	10	38	32	20	18	1,60	10
11B2tcn	-60	11	58	31	5	19	25	51	43	0,49	16
C	-75	8	51	41	7	20	32	41	32	0,78	22

C %	N %	MO %	C	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
				N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
0,87	0,08	1,50	11	3,3	2,2	3,0	0,27	2,55	1,36	1,15	6	3
0,54	0,05	0,93	11	4,6	3,7	2,7	0,30	2,11	1,44	2,15	3	2
0,54	0,06	0,93	9	8,4	7,0	3,9	0,30	2,04	1,51	2,81	2	1
0,58	0,08	1,00	7	20,9	17,9	7,1	0,36	1,98	1,58	3,91	1	1
0,39	0,06	0,67	7	16,7	15,0	7,8	0,28	1,89	1,42	3,01	1	1

H <sub>2</sub> O	KCl1N	Complexo sortivo mE/100g								V %
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	
4,8	3,5	1,2	0,5	0,16	0,04	1,9	2,7	0,2	4,8	40
5,0	3,6	0,8	0,1	0,15	0,04	1,1	2,0	0,3	3,4	32
5,1	3,5	1,0	0,7	0,21	0,04	2,0	2,0	0,4	4,4	45
5,0	3,8	1,0	2,9	0,43	0,06	4,4	2,7	0,4	7,5	59
5,4	4,4	1,2	1,9	0,52	0,06	3,7	1,8	0,1	5,6	66

Sat. c/ sódio 100.Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup>	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5)				Equiv. de CaCO <sub>3</sub> %	p ppm	Equiv. de umidade
		C.E. do extrato mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>			
T	Al <sup>3+</sup> +S									
1	10									9
1	21									10
1	17									13
1	8									24
1	3									22

### 3.5 — LEGENDA

A grande variação de solos, bem como o arranjo intrincado destes, obrigou à organização de uma legenda complexa, onde algumas unidades de mapeamento se apresentam até com quatro componentes e muitas delas com classes de solos semelhantes, subdivididas por caracteres adotados para este fim, permanecendo como se fora um único componente: vértico e não vértico, concrecionário e não concrecionário, plintico e não plintico.

O solo dominante, ou seja, aquele que ocupa maior extensão na associação, é o que dá origem ao símbolo da unidade de mapeamento. Os demais seguem em ordem decrescente, segundo

sua importância quanto à utilização. Quando a área que representam está abaixo de 15%, são considerados como inclusão e não figuram na legenda.

A organização das classes de solos, que constituem as unidades de mapeamento, pode ser verificada a seguir:

#### LEGENDA DE IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

##### Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico

LVd1 — Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A proeminente e moderado textura média e argilosa e Latossolo Vermelho-Amarelo álico A proeminente e moderado textura média e argilosa relevo suave ondulado e ondulado Floresta.

LVd2 — Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A fraco e moderado textura média e Solos Concrecionários indiscriminados distróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Floresta/Estepe.

LVd3 — Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A fraco textura média relevo plano e suave ondulado, Areias Quartzosas distróficas A fraco relevo plano e Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa concrecionário e não concrecionário A fraco e moderado textura arenosa e média substrato arenito e argilito relevo suave ondulado Estepe.

##### Latossolo Vermelho-Amarelo álico

LVa1 — Latossolo Vermelho-Amarelo álico A moderado textura média e argilosa relevo plano Floresta e Contato Estepe/Floresta.

LVa2 — Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco e moderado textura média relevo plano e suave ondulado e Areias Quartzosas álicas A fraco e moderado relevo plano Contato Estepe/Savana.

LVa3 — Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco textura média relevo plano e suave ondulado, Areias Quartzosas álicas A fraco relevo plano e Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa concrecionário e não concrecionário A fraco e moderado textura arenosa e média substrato arenito e argilito relevo suave ondulado Estepe.

##### Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico

PVd1 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano Estepe.

PVd2 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado, Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco tex-

tura arenosa/média e argilosa relevo plano e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco textura arenosa e média substrato gnaiss, granito e migmatito relevo plano e suave ondulado Estepe.

PVd3 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa, Latossolo Amarelo álico A fraco e moderado textura média relevo plano e suave ondulado e Areias Quartzosas distróficas A fraco e moderado relevo plano Estepe.

PVd4 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico e não plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa e média, Latossolo Amarelo distrófico A fraco e moderado textura média e Podzólico Acinzentado distrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média relevo plano e suave ondulado Estepe.

PVd5 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico não plintico e plintico A moderado textura arenosa/argilosa e média, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe e Formação Pioneira.

PVd6 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa, Laterita Hidromórfica eutrófica argila de atividade baixa cascalhenta A fraco e moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média substrato gnaiss e migmatito relevo suave ondulado Estepe.

PVd7 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa e média relevo plano e suave ondulado, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico distrófico A fraco e moderado textura média e argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.

PVd8 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa concrecionários A moderado textura média substrato granito e Solos Concrecionários com B textural eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.

PVd9 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco textura arenosa/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa fase pedregosa e Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média fase pedregosa substrato quartzito, gnaiss e granito relevo suave ondulado e plano Estepe.

- PVd10 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abrupção plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média fase pedregosa substrato ardósia, filito e xisto relevo suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/argilosa e média relevo plano Estepe.
- PVd11 — Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abrupção plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo suave ondulado e ondulado, Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico distrófico A fraco textura média relevo plano e suave ondulado e Laterita Hidromórfica eutrófica argila de atividade baixa cascalhenta A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.
- Podzólico Vermelho-Amarelo álico
- PVa1 — Podzólico Vermelho-Amarelo álico argila de atividade baixa A fraco textura arenosa/média e Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco textura média relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Estepe e Savana/Floresta.
- PVa2 — Podzólico Vermelho-Amarelo álico argila de atividade baixa abrupção não plintico e plintico A fraco e moderado textura arenosa/média, Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico álico A fraco e moderado textura média relevo plano e suave ondulado e Areias Quartzosas distróficas A fraco e moderado relevo plano Estepe e Formação Pioneira.
- Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico
- PE1 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abrupção plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.
- PE2 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco textura média-argilosa relevo suave ondulado e plano e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura média fase pedregosa substrato arenito, ardósia e calcário relevo suave ondulado Estepe.
- PE3 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa fase pedregosa e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média fase pedregosa substrato gnaíse e quartzito relevo suave ondulado e ondulado Estepe.
- PE4 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura média e argilosa fase pedregosa substrato granito e migmatito relevo suave ondulado e ondulado Estepe.
- PE5 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura média/argilosa e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média e argilosa fase pedregosa substrato granito e migmatito relevo suave ondulado e ondulado Floresta.
- PE6 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abrupção cascalhento A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade alta A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.
- PE7 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abrupção plintico A moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/argilosa relevo plano Estepe.
- PE8 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco textura média/argilosa, Bruno Não Calcico A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito, gnaíse e granito relevo suave ondulado e ondulado Estepe.
- PE9 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa, Terra Roxa Estruturada Similar eutrófica argila de atividade baixa A fraco e moderado textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média substrato gnaíse e migmatito relevo ondulado Floresta.
- PE10 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado, Bruno Não Calcico A moderado textura média/argilosa e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura média substrato arenito, gnaíse e granito relevo suave ondulado e plano Estepe.
- PE11 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura média/argilosa relevo forte ondulado e montanhoso Floresta e Afloramentos Rochosos.
- PE12 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abrupção plintico e não plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa relevo plano Estepe.
- PE13 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abrupção não plintico e plintico A fraco e

- moderado textura arenosa/argilosa fase pedregosa e não pedregosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito e gnaïsse relevo suave ondulado e ondulado e Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.
- PE14 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura média/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abruptico plintico cascalhento A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo suave ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito, gnaïsse e granito relevo suave ondulado e ondulado Estepe.
- PE15 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade alta cascalhento A moderado textura média/argilosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato quartzito e gnaïsse e Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado Estepe.
- PE16 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abruptico cascalhento A fraco e moderado textura arenosa/argilosa e média, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe e Afloramentos Rochosos.
- PE17 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa raso cascalhento A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito, gnaïsse e granito relevo suave ondulado e ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.
- PE18 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado, Solos Concrecionários com B textural eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado, Brunizém Avermelhado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura argilosa e média fase pedregosa substrato arenito e argilito relevo suave ondulado e ondulado Contato Savana/Estepe.
- PE19 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco textura arenosa/argilosa, Laterita Hidromórfica eutrófica argila de atividade baixa cascalhenta A fraco e moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado, Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa e média relevo plano e suave ondulado Estepe.
- PE20 — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura média/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa raso A moderado textura média/argilosa fase pedregosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura média e argilosa fase pedregosa substrato granito e migmatito relevo forte ondulado e montanhoso Floresta e Afloramentos Rochosos.
- Brunizém Avermelhado
- BV — Brunizém Avermelhado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade alta A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado contato Floresta/Estepe.
- Bruno Não Cálculo
- NC1 — Bruno Não Cálculo não vértico e vértico A moderado textura média/argilosa relevo plano Estepe.
- NC2 — Bruno Não Cálculo vértico e não vértico A moderado textura média/argilosa e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaïsse e migmatito relevo suave ondulado Estepe.
- NC3 — Bruno Não Cálculo vértico e não vértico A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A fraco e moderado textura média/argilosa e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaïsse e migmatito relevo suave ondulado Estepe.
- NC4 — Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaïsse e migmatito relevo suave ondulado e ondulado Estepe.
- NC5 — Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa fase não pedregosa e pedregosa. Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaïsse e migmatito relevo suave ondulado e ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.
- NC6 — Bruno Não Cálculo A fraco e moderado textura média/argilosa fase pedregosa e não pedregosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaïsse e migmatito relevo suave ondulado e plano e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.



NC7 — Bruno Não Cálcico A moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média substrato gnaiss, migmatito e quartzito relevo suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.

#### Vertissolo

V — Vertissolo A moderado relevo plano e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade alta A moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Estepe.

#### Planossolo Solódico

PLS1 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Planossolo eutrófico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaiss, granito e migmatito relevo plano e suave ondulado Estepe.

PLS2 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/argilosa, Planossolo eutrófico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/argilosa relevo plano, Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa substrato arenito e silito relevo suave ondulado e Areias Quartzosas álicas A fraco relevo plano Estepe.

PLS3 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado, Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média substrato gnaiss, granito e migmatito relevo plano e suave ondulado Estepe.

PLS4 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura arenosa e média substrato gnaiss, granito e migmatito relevo plano e suave ondulado e Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano Estepe e Formação Pioneira.

PLS5 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaiss, granito e migmatito e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa abruptico plintico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe.

PLS6 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaiss, granito e migmatito e Bruno Não Cálcico A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.

PLS7 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado, Bruno Não Cálcico A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado Estepe.

PLS8 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa Estepe e Formação Pioneira, Solos Aluviais eutróficos argila de atividade alta e baixa A fraco textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta e baixa A fraco textura arenosa e média substrato indiscriminado relevo plano e suave ondulado Estepe e Formação Pioneira.

PLS9 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa fase cascalhenta e Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura indiscriminada substrato indiscriminado relevo suave ondulado e ondulado Estepe.

PLS10 — Planossolo Solódico argila de atividade alta A moderado textura arenosa/média e argilosa, Planossolo eutrófico argila de atividade alta A moderado textura arenosa/média e argilosa e Solos Aluviais eutróficos argila de atividade alta A moderado textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira.

#### Solonetz Solodizado

SS — Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa, Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa e Solos Aluviais eutróficos argila de atividade alta A fraco textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira.

#### Solonchak Sódico

SK1 — Solonchak Sódico A moderado textura indiscriminada e Solos Indiscriminados de Mangues textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira.

SK2 — Solonchak Sódico A moderado textura indiscriminada, Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa, Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado

do textura arenosa/média e argilosa e Solos Aluviais eutróficos argila de atividade alta A fraco textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira.

#### Solos Indiscriminados de Mangues

SM — Solos Indiscriminados de Mangues textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira.

#### Areias Quartzosas distróficas

AQd1 — Areias Quartzosas distróficas A fraco, Podzólico Acinzentado distrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa/média e Areias Quartzosas Marinhas distróficas A fraco relevo plano Formação Pioneira.

AQd2 — Areias Quartzosas distróficas A fraco relevo plano e suave ondulado e Latossolo Amarelo distrófico A fraco e moderado textura média relevo plano Formação Pioneira e Estepe.

AQd3 — Areias Quartzosas distróficas A fraco relevo plano e suave ondulado, Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa fase pedregosa substrato arenito relevo suave ondulado e ondulado e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A fraco textura média relevo plano e suave ondulado Savana e Contato Savana/Estepe.

AQd4 — Areias Quartzosas distróficas A fraco, Areias Quartzosas Marinhas distróficas A fraco e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A moderado textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado Formação Pioneira.

#### Areias Quartzosas álicas

AQa1 — Areias Quartzosas álicas A fraco e moderado e Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco e moderado textura média relevo plano e suave ondulado Estepe e Contato Estepe/Floresta.

AQa2 — Areias Quartzosas álicas A fraco, Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco textura média e Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa substrato arenito relevo plano e suave ondulado Contato Estepe/Savana e Estepe/Floresta.

AQa3 — Areias Quartzosas álicas A fraco relevo plano e suave ondulado, Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa fase pedregosa substrato arenito relevo suave ondulado e ondulado e Latossolo Vermelho-Amarelo álico A fraco textura média relevo plano e suave ondulado Savana e Contato Savana/Estepe.

#### Areias Quartzosas Marinhas distróficas

AMd1 — Areias Quartzosas Marinhas distróficas A fraco relevo plano e suave ondulado Formação Pioneira.

AMd2 — Areias Quartzosas Marinhas distróficas A fraco relevo suave ondulado e ondulado e Areias Quartzosas distró-

ficas A fraco relevo suave ondulado Formação Pioneira.

#### Solos Aluviais eutróficos

Ae — Solos Aluviais eutróficos argila de atividade alta A fraco textura indiscriminada, Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/média e argilosa relevo plano Formação Pioneira.

#### Gley Húmico eutrófico

HGHe — Gley Húmico eutrófico argila de atividade baixa textura média e Solos Aluviais eutróficos argila de atividade alta A fraco textura indiscriminada relevo plano Formação Pioneira.

#### Regossolo distrófico

REd — Regossolo distrófico com *fragipan* A fraco textura arenosa, relevo plano e suave ondulado, Solonetz Solodizado argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média relevo plano Estepe e Formação Pioneira e Aflorentamentos Rochosos.

#### Solos Litólicos eutróficos

Re1 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco textura média e argilosa fase pedregosa e não pedregosa substrato arenito, siltito e calcário relevo plano e suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano Estepe.

Re2 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura média e argilosa fase pedregosa substrato rochas vulcânicas básicas e ácidas relevo ondulado, Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado Estepe.

Re3 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média fase pedregosa substrato filito e xisto relevo ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo ondulado e suave ondulado Estepe.

Re4 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito, gnaiss e granito, Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/argilosa relevo plano Estepe.

Re5 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato ardósia, siltito e xisto e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A

fraco e moderado textura argilosa fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado Estepe.

Re6 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa e média fase pedregosa substrato granito, migmatito e gnaiss relevo forte ondulado e montanhoso Floresta e Estepe e Afloramentos Rochosos.

Re7 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura média e argilosa relevo suave ondulado e ondulado substrato rochas vulcânicas básicas e ácidas e Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.

Re8 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaiss, migmatito e arenito, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano Estepe.

Re9 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média fase pedregosa substrato ardósia, filito e xisto relevo suave ondulado e ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado Estepe.

Re10 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito, gnaiss e quartzito relevo ondulado e suave ondulado, Bruno Não Cálculo A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo ondulado Estepe.

Re11 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato migmatito, gnaiss e quartzito relevo forte ondulado e montanhoso, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa fase pedregosa e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A fraco e moderado textura média relevo ondulado e forte ondulado Floresta e Estepe.

Re12 — Solos Litólicos eutróficos argila de atividade alta A moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato granito e migmatito relevo forte ondulado, montanhoso e escarpado, Afloramentos Rochosos e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa cascalhento A moderado textura argilosa relevo ondulado e forte ondulado Floresta.

#### Solos Litólicos distróficos

Rd1 — Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato arenito relevo ondulado e forte ondulado Contato Savana/Estepe/Floresta e Afloramentos Rochosos.

Rd2 — Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa não concrecionário e concrecionário A fraco textura arenosa e média substrato arenito e argilito relevo plano e suave ondulado, Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e plano Contato Savana/Estepe.

Rd3 — Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa concrecionário e não concrecionário A fraco e moderado textura arenosa e média substrato granito e gnaiss relevo suave ondulado e ondulado, Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado Estepe e Afloramentos Rochosos.

Rd4 — Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média fase concrecionária e pedregosa substrato arenito e argilito relevo ondulado e suave ondulado Contato Savana/Estepe e Afloramentos Rochosos.

Rd5 — Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa e média fase pedregosa substrato quartzito, gnaiss e arenito, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa fase pedregosa relevo forte ondulado e montanhoso Floresta e Estepe e Afloramentos Rochosos.

Rd6 — Solos Litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa e média substrato arenito e argilito relevo suave ondulado, Solos Concrecionários com B textural distróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e plano e Solos Concrecionários litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco textura média substrato arenito e argilito relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Estepe.

#### Solos Litólicos álicos

Ra1 — Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato arenito relevo ondulado e forte ondulado Contato Savana/Estepe/Floresta e Afloramentos Rochosos.

Ra2 — Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa fase pedregosa substrato arenito relevo ondulado e forte ondulado, Afloramentos Rochosos e Areias Quartzosas álicas A fraco relevo suave ondulado Estepe.

Ra3 — Solos Litólicos álicos argila de atividade baixa A fraco textura arenosa e média substrato arenito e argilito relevo suave ondulado, Solos Concrecionários com B textural distróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado e plano e Solos Concrecionários litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco textura média substrato arenito e argilito relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Estepe.



### Solos Concrecionários eutróficos

- SCe1 — Solos Concrecionários com B textural eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa A proeminente e moderado textura média e argilosa fase pedregosa substrato arenito e siltito relevo suave ondulado e ondulado e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano Contato Savana/Estepe/Floresta.
- SCe2 — Solos Concrecionários litólicos eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média e argilosa substrato siltito e arenito relevo suave ondulado e plano e Solos Concrecionários com B textural eutróficos argila de atividade baixa A fraco e moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Floresta e Estepe.
- SCe3 — Solos Concrecionários com B textural eutróficos argila de atividade baixa abruptos A fraco e moderado textura arenosa/argilosa e Planossolo Solódico argila de atividade alta A fraco e moderado textura arenosa/argilosa relevo plano e suave ondulado Contato Estepe/Savana.
- SCe4 — Solos Concrecionários com B textural eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa e Solos Concrecionários litólicos eutróficos argila de atividade baixa A moderado textura média substrato siltito e arenito relevo suave ondulado e plano Contato Savana/Estepe.

### Solos Concrecionários distróficos

- SCd1 — Solos Concrecionários com B textural distróficos argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa e Solos Concrecionários litólicos distróficos argila de atividade baixa textura média substrato arenito e siltito relevo suave ondulado e plano Contato Savana/Estepe.
- SCd2 — Solos Concrecionários com B textural distróficos argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa, Solos Litólicos eutróficos argila de atividade baixa concrecionário e não concrecionário A moderado textura média e argilosa substrato arenito e siltito relevo ondulado e suave ondulado e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa A fraco e moderado textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Estepe/Floresta.
- SCd3 — Solos Concrecionários litólicos distróficos argila de atividade baixa A fraco textura média substrato arenito e argiloso relevo suave ondulado e plano e Laterita Hidromórfica distrófica argila de atividade baixa A fraco textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado Contato Savana/Estepe.

### 3.6 — USO ATUAL

O uso atual está intimamente ligado à distribuição das precipitações pluviárias, uma vez que a temperatura praticamente não varia muito, exceto nas serras.

Os baixos índices pluviométricos, aliados à irregularidade das precipitações, quase condicionam, em determinadas áreas, o uso da terra à lavoura irrigada. Todavia, o poder aquisitivo do agricultor nordestino médio não lhe permite arcar com as despesas totais de implantação de projetos de irrigação.

Na área do sertão, a ocupação pastoril, o cultivo do algodão e pequenas lavouras de subsistência se constituem na principal maneira de utilização das terras com relação à agropecuária. É muito característica a combinação algodão—gado, em que o campo de algodão, após a colheita, é transformado em pastagem. A agricultura se caracteriza por uma única safra anual, dependente que é dos fatores climáticos. Assim, as culturas de milho, feijão, mandioca e arroz constituem as chamadas lavouras de subsistência, e o algodão arbóreo (mocó), devido à sua adaptação ao meio ecológico do sertão, é o principal produto agrícola, produzindo economicamente durante 7 a 8 anos.

Devido às ótimas condições climáticas, as serras e pés de serras (face leste) representam as áreas de melhor potencial agrícola, através do cultivo de inúmeras culturas expressivas, como banana, café, cana-de-açúcar e horticultura, com altos rendimentos. Também o milho e o feijão possuem boas produções nestas áreas. Merecem destaques a serra da Uruburetama, como a região mais produtora de banana do Estado do Ceará, e as serras da Ibiapaba e Meruoca, onde o cultivo do café vem sendo bastante incentivado. O vale de Quatiguaba, na serra da Ibiapaba, com solos férteis e condições climáticas favoráveis, representa um potencial muito grande para a produção agrícola.

Na região do litoral domina o livre pastoreio através de uma pecuária extensiva; nas proximidades dos centros mais desenvolvidos, como Fortaleza, Parnaíba e Sobral, desenvolve-se também uma pecuária leiteira. O algodão herbáceo e culturas de subsistência, principalmente milho e mandioca, são cultivados em todo o litoral.

O cajueiro, no litoral, encontra fatores ambientais para seu melhor desenvolvimento. Estima-se que 90% da produção do Estado do Ceará encontram-se nesta região, onde os cajueiros nativos representam a maior concentração (Atlas do Ceará, 1973, IV.3 — Agricultura).

O extrativismo vegetal também representa importante fonte de renda, sendo exploradas principalmente as espécies nativas de carnaúba e oiticica, que, apesar de apresentarem dispersão, oferecem certas concentrações em função dos meios geográficos onde se desenvolvem. Assim verifica-se a grande ocorrência de carnaúbas nas várzeas com problemas de hidromorfismo e, nas planícies aluvionares, a oiticica.

Algumas manchas de solos, geralmente sem representação cartográfica ao nível do estudo realizado, dadas suas características de melhores propriedades físicas e químicas, maior disponibilidade de água durante longo tempo, posições geográficas estratégicas, são intensamente cultivadas, constituindo-se em fator de grande importância para o desenvolvimento de certos núcleos regionais, capazes de prover o sustento daqueles que nelas trabalham, e ainda contribuir com o fornecimento de produtos agropecuários nos mercados consumidores. A ocorrência dessas manchas é relativamente considerável, embora esparsamente distribuídas; bem estudadas e trabalhadas, converter-se-iam em fortes potenciais para produção de alimentos.

### 3.7 — DADOS ANALÍTICOS COMPLEMENTARES

Os dados analíticos de 53 amostras de solos, das quais 37 foram utilizadas para classificação e 16 serviram para avaliação da fertilidade, são apresentados nas Tabelas 3.I e 3.II.



TABELA 3.I  
Resultados analíticos das amostras de perfis para classificação

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	HORIZONTE		FRAÇÕES DA AMOSTRA TOTAL %			GRANULOMETRIA (tfsa) %				ARGILA NATURAL %
			Símbolo	Prof. cm	Calhau >20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	
PLS Ta Afr. aren./ méd.	19	77.2605	B	15-30	0	0	100	14	19	36	31	31
PLS Ta Afr. méd./ arg.	22	77.2591	B	50-70	0	0	100	6	16	33	45	42
SKA mod. m. arg.	24	77.2583	A	0-25	0	0	100	2	1	34	63	59
		77.2584	C1	25-60	0	0	100	4	2	31	63	60
		77.2585	C2	60-90	0	0	100	2	1	34	63	63
SS Ta A fr. aren./ arg.	26	77.2576	Bt	80-120	0	9	91	29	10	10	51	0
PVA d. Tbab. Afr. e mod. aren./ méd.	29	77.2614	A	0-100	0	0	100	73	20	3	4	4
		77.2615	B	100-120	0	0	100	55	18	6	21	0
PVAETb A mod. méd./arg.	20	78.1176	A	0-10	0	10	90	40	18	21	21	19
		78.1177	B	40-60	0	6	94	41	12	17	30	23

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (d - 1.47) e NaCO (5%) %						Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO			
PLS Ta Afr. aren./ méd.	19	77.2605	13,6	9,3	3,2	0,38			2,49	2,04	4,56
PLS Ta Afr. méd./arg.	22	77.2591	26,2	10,5	4,2	0,78	—	—	3,77	3,01	3,91
SKA mod. m. arg.	24	77.2583	30,3	16,6	8,1	1,23			3,10	2,37	3,22
		77.2584	28,3	16,0	7,9	1,20			3,01	2,29	3,18
		77.2585	29,2	16,5	8,3	1,16			3,01	2,28	3,12
SS Ta A fr. aren./ arg.	26	77.2576	22,9	19,1	2,7	0,92			2,04	1,87	11,08
PVA d. Tbab. Afr. e mod. aren./ méd.	29	77.2614 77.2615									
PVAETb A mod. méd./arg.	20	78.1176 78.1177	10,9 12,8	7,5 8,8	7,7 8,2	0,45 0,37	— —	— —	2,47 2,47	1,49 1,55	1,53 1,68

GRAU DE FLOCULAÇÃO %	SILTE ARGILA %	C %	N %	MO %	C/N	EQUIV. DE UMI-DADE	P ppm	SAT. C/Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>3+</sup> / Al <sup>3+</sup> +S	LOCALIZAÇÃO
								100.Na <sup>+</sup> / T		
0	1,16	0,24	0,06	0,41	4	23	<1	11	0	Vale de Tucunduba, próximo à localidade de Apertado. Município de Granja—CE.
7	0,73	0,48	0,08	0,83	6	35	<1	6	15	A 2 km da estrada 58, que vai a Itarema, no sentido de Camundongo, na várzea do Rio Aracati-Mirim. Município de Acaraú—CE.
6 5 0	0,54 0,49 0,54	0,51 0,44 0,45	0,08 0,07 0,06	0,88 0,76 0,77	6 6 8	37 40 46	2 8 13	19 44 50	1 <1 <1	Localidade denominada Várzea Redonda, a 5 km da localidade de Boca do Córrego. Município de Acaraú—CE.
100	0,20	0,11	0,04	0,19	3	19	<1	23	13	Localidade de Pirangi. Município de Itapipoca—CE.
0 100	0,75 0,29			—		2 10	1 <1			A 10 km de Aquiraz na estrada para Cascavel. Município de Aquiraz—CE.
10 23	1,00 0,57	0,55 0,27	0,10 0,08	0,95 0,46	6 3	13 14	2 2	1 1	2 2	Estrada Groairas—Macaraú, distando 8 km de Groairas—CE.

pH(1:2,5)		COMPLEXO SORTIVO mE/100g								% VALOR V (sat. de base)	PASTA SATURADA		SAIS SOLÚVEIS (extrato 1:5)			
H <sub>2</sub> O	KCl1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T		C.E. do ext. mmhos/cm a 25°C	Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
6,0	4,8	1,4	4,0	0,06	0,82	6,3	0	0,9	7,2	88	1,40	50	1,2	1,2	0,01	0,52
5,0	4,5	5,2	6,7	0,42	1,02	12,0	2,1	3,7	17,8	67	2,46	58	1,3	1,3	0,01	0,32
5,5 5,4 5,3	4,0 4,0 4,0	14,0 11,0 10,6	15,3 14,0 15,0	0,33 0,35 0,39	7,04 21,05 26,82	34,4 44,9 50,3	0,2 0,2 0,2	3,0 3,0 2,9	37,6 48,1 53,4	91 93 94	1,37 5,92 6,87	62 60 60	2,3 1,5 2,5	2,3 1,5 2,5	0,04 0,05 0,05	1,43 1,34 1,88
4,2	3,6	0,9	1,4	0,24	1,12	3,4	0,5	1,0	4,9	69	1,40	50	0,3	0,3	0,03	0,72
4,1 5,2		0,7 0,6	0,7 0,6	0,07 0,05			0,1 0,3									
5,1 5,2	4,4 4,6	3,8 2,9	1,4 1,2	0,30 0,43	0,07 0,06	5,6 4,6	0,1 0,1	2,5 1,6	8,2 6,3	68 73						

TABELA 3.I — Continuação

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	HORIZONTE		FRAÇÕES DA AMOSTRA TOTAL %			GRANULOMETRIA (f <sub>sa</sub> ) %				ARGILA NATURAL %
			Símbolo	Prof. cm	Calhau >20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	
AQ d.	AE01	77.2611	C	120-140	0	0	100	6	78	11	5	4
LVA d. Afr. méd.	AE02	77.2612	B/C	a 170	0	0	100	29	44	9	18	5
SC lit. e. TbA mod./méd.	AE04	77.2610	A	0-30	10	54	36	9	43	23	25	18
LVA d. A mod. méd.	AE06	77.2613	B/C	a 180	0	0	100	20	55	7	18	0
LVA d. Afr. méd.	AE07	77.2608	B/C	160-170	0	0	100	36	38	10	16	0
PVA d. Tb Afr. aren./méd.	AE08	77.2609	B	160-170	0	1	99	43	22	10	25	14
PVA d. Tb Afr. aren./méd.	AE09	77.2606* 77.2607	A B	0-20 160-170	0 0	3 5	97 95	64 51	21 21	5 8	10 20	7 0

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (d = 1,47) e NaCO (5%) %							Ki	Kr	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO				
AQ d.	AE01	77.2611										
LVA d. Afr. méd.	AE02	77.2612										
SC lit. e. TbA mod./méd.	AE04	77.2610										
LVA d. A mod. méd.	AE06	77.2613										
LVA d. Afr. méd.	AE07	77.2608										
PVA d. Tb Afr. aren./méd.	AE08	77.2609										
PVA d. Tb Afr. aren./méd.	AE09	77.2606 77.2607										

GRAU DE FLOCULAÇÃO %	SILTE ARGILA %	C %	N %	MO %	C/N	EQUIV. DE UMI-DADE	P ppm	SAT. C/Na <sup>+</sup>	100.Al <sup>+3</sup>	LOCALIZAÇÃO	
								100.Na <sup>+</sup>			Al <sup>+3</sup> +S
								T			
20	2,20									A 1,7 km do entroncamento de Piracuruca, na BR-343, em direção a Parnaíba. Município de Piracuruca—PI.	
72	0,50									A 17 km da BR-343 na estrada para Cocal. Município de Cocal—PI.	
28	0,92					13		2	2	A 20 km de Piracuruca na estrada em direção à localidade de Alto Alegre (cruzamento com a BR-222). Município de Piracuruca—PI.	
100	0,39					7				A 11,3 km do entroncamento Viçosa do Ceará/Tianguá/Piripiri, na BR-222, em direção a Piripiri. Município de Tianguá—CE.	
100	0,63					6				A 9 km do entroncamento Viçosa do Ceará/Tianguá/Piripiri, na BR-222, em direção a Piripiri. Município de Tianguá—CE.	
14	0,40					10				A 10 km de Camocim, em direção a Granja. Município de Camocim—CE.	
30 100	0,50 0,40					4 7				A 20 km de Bela Cruz em direção à localidade de São Gonçalo. Município de Bela Cruz—CE.	

pH(1:2,5)		COMPLEXO SORTIVO mE/100g									% VALOR V (sat. de base)	PASTA SATURADA		SAIS SOLÚVEIS (extrato 1:5)			
H <sub>2</sub> O	KCl 1N	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	C.E. do ext. mmhos/cm a 25°C		Água %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
←-----mE/100g-----→																	
4,8	4,0	7,1	3,7	0,06	0,22	11,1	0,2	1,2	12,5	89							



TABELA 3.1 — Continuação

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	HORIZONTE		GRANULOMETRIA %							
			Símbolo	Prof. cm	Calhau >20 mm	Cascalho 20-2 mm	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa (mm)		Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina	
								1-0,5	2-0,2		0,25-0,1	0,2-0,02
Lid. Tb Afr. aren.	01	6543	A	0-30	0	0	0,5	1,0	5,7	2,7	17,2	81,8
SC d. Tb c/Btextural A mod. méd./arg.	05	6541 6542	A B	0-20 25-35	12,4 —	37,6 0	2,0 2,6	1,9 1,8	10,1 6,8	3,6 1,8	29,5 9,3	49,7 27,7
PVA d. Tb Afr. méd./arg.	07	6526 6227	A B	0-20 80-100	0 0	0 0	0 0	0,1 1,0	4,0 7,1	1,9 4,6	29,7 13,3	72,1 36,0
PVA d. Tb Afr. e mod. aren./méd.	10	6560	B	120-140	0	0	1,2	5,2	26,8	16,1	25,0	49,2
PVA d. Tb ab. Afr. e mod. aren./arg.	13	6553 6554	A B	0-20 100-120	0 0	0 0	2,5 3,5	10,5 4,5	35,0 19,1	17,2 8,0	36,8 18,1	54,7 37,0

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	CARBO-NATOS %	C %	N %	MO %	C/N	COMPLEXO					
								Ca <sup>+2</sup>		Mg <sup>+2</sup>		K <sup>+</sup>	
								NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl
Lid. Tb Afr. aren.	01	6543	0	0,2	0,03	0,34	7	0,15	0,12	0,05	0,03	0,07	0,05
SC d. Tb c/Btextural A mod. méd./arg.	05	6541 6542	0 0	1,0 0,7	0,10 0,06	1,72 1,20	10 12	0,82 0,47	0,76 0,36	1,73 3,08	1,34 2,55	0,35 0,31	0,20 0,20
PVA d. Tb Afr. méd./arg.	07	6526 6527	0 0	0,6 0,5	0,06 0,05	1,03 0,86	10 10	0,28 0,77	0,25 0,70	0,02 0,60	0,03 0,58	0,08 0,16	0,04 0,08
PVA d. Tb Afr. e mod. aren./méd.	10	6560	0	0,1	0,02	0,03	5	0,30	0,28	0,05	0,04	0,06	0,04
PVA d. Tb ab. Afr. e mod. aren./arg.	13	6553 6554	0 0	0,7 0,2	0,06 0,03	1,21 0,34	12 7	1,20 0,62	0,99 0,58	0,58 0,08	0,36 0,07	0,06 0,05	0,04 0,04

[mm]	Areia muito fina	Silte (mm)		Argila <0,002 mm	ARG. NATURAL %	GRAU DE FLOCULAÇÃO %	SILTE (0,05-0,002) ARGILA	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup> T	LOCALIZAÇÃO
		0,05-0,002	0,02-0,002					H <sub>2</sub> O	KCl		
0,2-0,05	0,1-0,05 mm	0,05-0,002	0,02-0,002								
37,2	21,5	55,3	10,7	1,8	1,0	44,4	30,72	5,1	4,2		A 6 km do rio Longé (Tinguis) na estrada para Volta da Jurema. Município de Buriti dos Lopes—PI.
36,5 17,5	9,6 8,8	32,2 31,7	19,0 21,5	21,2 44,0	11,0 25,2	48,1 42,7	1,52 0,72	4,8 4,5	4,0 3,8		Próximo à localidade de Santana, a 9 km de Rosário. Município de Piracuruca—PI.
57,4 20,5	29,7 8,7	27,5 35,6	12,8 20,1	11,1 36,8	5,4 23,5	51,3 36,1	2,48 0,97	5,4 5,6	4,0 3,9		Vale do rio Piracuruca, próximo à cidade de Piracuruca. Município de Piracuruca—PI.
38,7	18,0	12,8	2,3	21,7	2,6	88,0	0,59	5,2	4,2		A 3 km de Bom Princípio na estrada que liga esta localidade à BR-343. Município de Parnaíba—PI.
51,5 25,0	19,5 10,0	6,3 16,1	3,1 4,1	7,2 39,8	1,2 3,1	83,3 92,2	0,87 0,40	5,4 4,7	4,8 4,0		A 2 km de São Miguel na estrada que liga esta localidade à estrada asfaltada Parnaíba—Chaval. Município de Luiz Correia—PI.

SORTIVO (mE/100g)											V %		100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> +S1	100.Al <sup>+3</sup> Al <sup>+3</sup> +S2
Na <sup>+</sup>		S1	S2	Al <sup>+3</sup> (KCl)	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal		pH8	pH7		
NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl		pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7				
0,03	0,03	0,30	0,33	0,1	2,10	1,54	2,40	1,84			12,5	16,3		
0,23 0,75	0,16 1,03	3,13 4,61	2,46 4,14	1,1 1,8	7,18 10,16	5,18 5,07	10,31 14,77	8,31 9,68			30,4 31,2	37,7 47,6	26,0 28,1	30,9 30,3
0,21 0,22	0,13 0,16	0,59 1,75	0,45 1,52	0,6 2,4	4,53 12,18	11,25	13,93	13,0			12,6	13,5		
0,02	0,01	0,43	0,37	0,4	2,03	1,51	2,46	1,94			17,5	22,2		
0,04 0,04	0,02 0,02	1,88 0,79	1,41 0,71	0,1 0,6	4,18 4,63	0,96 2,31	6,06 5,42	2,84 3,10			31,0 14,6	66,2 25,5		

TABELA 3.1 — Conclusão

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	HORIZONTE		GRANULOMETRIA %							
			Símbolo	Prof. cm	Calhau >20 mm	Cascalho 20-2 mm	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa (mm)		Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina	
								1-0,5	2-0,2		0,25-0,1	0,2-0,02
LVAd. A fr. méd.	14	6561 6562	A B	0-20 100-120	0 0	0 0	4,0 2,0	9,9 9,2	44,6 34,1	24,3 18,0	40,4 31,1	50,2 50,9
PVAETb ab. A fr. e mod. aren./arg.	15	6563 6564	A B	0-15 35-50	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
CeTbA mod. aren.	17	6531 6532 6533	A B1 B2	0-30 50-80 90-120	— — —	0 0 0	10,1 7,6 10,1	25,5 26,9 20,2	65,1 59,8 56,7	25,5 22,8 22,0	16,9 15,2 17,9	23,4 23,7 25,2
PVAETb A mod. e proem. méd./ arg.	18	6565 6566	A B	0-15 35-50	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
PLS Ta A fr. aren./arg.	AE03	6568	B	30-45								
PVA d. Tb A fr. aren./méd.	AE05	6567	B	100-110	0	0	1,3	5,5	27,8	16,1	25,1	—

SOLO	PERFIL N.º	PROT. LAB.	CARBO-NATOS %	C %	N %	MO %	C/N	COMPLEXO					
								Ca <sup>+2</sup>		Mg <sup>+2</sup>		K <sup>+</sup>	
								NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	NH <sub>4</sub> OAc	HCl
LVAd. A fr. méd.	14	6561 6562	0 0	0,5 0,1	0,05 0,02	0,86 0,17	10 5	1,30 0,37	1,12 0,20	0,25 0,03	0,24 0,04	0,06 0,03	0,05 0,02
PVAETb ab. A fr. e mod. aren./arg.	15	6563 6564	0 0	0,7 0,4	0,08 0,06	1,21 0,69	9 7	1,66 0,80	0,92 0,83	0,44 0,53	0,43 0,50	0,19 0,15	0,14 0,11
CeTbA mod. aren.	17	6531 6532 6533	0 0 0	0,7 0,4 0,2	0,07 0,04 0,03	1,20 0,69 0,34	10 10 10	3,30 1,61 1,37	2,22 1,36 1,20	0,80 0,84 0,81	0,78 0,82 0,80	0,16 0,20 0,24	0,09 0,14 0,16
PVAETb A mod. e proem. méd./ arg.	18	6565 6566	0 0	1,0 0,4	0,09 0,06	1,72 0,69	11 7	4,22 4,50	3,52 3,61	0,48 1,82	0,50 1,68	0,17 0,18	0,09 0,10
PLS Ta A fr. aren./ arg.	AE03	6568	0	0,3	0,03	0,51	10	7,90	6,83	8,92	8,04	0,11	0,05
PVA d. Tb A fr. aren./méd.	AE05	6567											

(mm)	Areia muito fina	Silte (mm)		Argila <0,002 mm	ARG. NATURAL %	GRAU DE FLOCCULAÇÃO %	SILTE (0,05-0,002) ARGILA	pH (1:1)		100.Na <sup>+</sup> T	LOCALIZAÇÃO
		0,05-0,002	0,02-0,002					H <sub>2</sub> O	KCl		
0,2-0,05	0,1-0,05 mm	0,05-0,002	0,02-0,002								
47,5 45,0	13,5 18,8	4,7 7,3	2,0 1,4	3,2 13,6	0,7 1,6	78,1 88,2	1,47 0,54	6,1 5,1	5,4 4,3		A 25 km de Parnaíba na estrada para Chaval. Município de Luiz Correia — PI.
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	5,6 5,2	5,0 4,5		A 7 km de Camurupim na estrada para Parnaíba. Município de Luiz Correia — PI.
18,2 19,2 19,0	5,3 6,5 5,5	10,9 9,6 11,4	5,7 5,1 5,2	5,8 11,4 12,9	1,9 2,3 2,5	67,2 79,8 80,6	1,87 0,84 0,88	6,3 6,3 6,3	5,7 5,5 5,6		A 3 km da localidade de Poções, aproximadamente 24 km de Ibuguaçu, na estrada para Brejinho. Município de Luiz Correia — PI.
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	5,9 6,2	5,0 4,9		A 6 km da localidade de Brejinho no sentido da estrada asfaltada Parnaíba—Chaval. Município de Luiz Correia — PI.
								5,2	3,6		A 1,6 km da localidade de Campos na estrada que liga a estrada Parnaíba—Chaval. Município de Luiz Correia — PI.
29,5	9,3	12,2	—	30,5			0,4				A 3,7 km de Barroquinha na estrada em direção a Chaval. Município de Chaval — CE.

SORTIVO (mE/100g)											V %		100.Al <sup>+3</sup>	100.Al <sup>+3</sup>
Na <sup>+</sup>		S1	S2	Al <sup>+3</sup> (KCl)	Acidez trocável		T		T Mat. coloidal		pH8	pH7	Al <sup>+3</sup> +S1	Al <sup>+3</sup> +S2
NH <sub>4</sub> OAc	HCl	NH <sub>4</sub> OAc	KCl e HCl		pH8	pH7	pH8	pH7	pH8	pH7				
0,05 0,04	0,03 0,02	1,66 0,47	1,44 0,28	0 0,3	1,58 2,13	0,85 1,16	3,24 2,60	2,51 1,63			51,2 18,1	66,1 28,8		
0,06 0,06	0,04 0,03	2,35 1,54	1,53 1,47	0,0 0,1	2,58 2,16	0,96 1,40	4,93 3,70	3,31 2,94			47,67 41,62	71,00 52,38		
0,17 0,06 0,06	0,04 0,03 0,03	4,43 2,71 2,49	3,13 2,35 2,19	0 0 0	2,10 3,00 2,53	0,57 1,19 0,69	6,53 5,71 5,02	5,00 3,90 3,18			67,8 47,5 49,6	88,6 69,4 78,3	0 0 0	0 0 0
0,05 0,05	0,04 0,07	4,92 6,55	4,15 5,46	0 0	4,58 2,13	1,92 0,76	9,50 8,68	6,84 7,31			51,79 75,46	71,93 89,60		
0,90	0,50	17,83	15,42	0,7	8,53	2,30	26,36	20,13			67,64	88,57		



TABELA 3.II  
Resultados analíticos das amostras para avaliação da fertilidade

FOLHA	SOLO	PROFUND. cm	p <sup>H</sup>		P ppm	CÁTIONS PERMUTÁVEIS (mE/100cc)				LOCALIZAÇÃO
			H <sub>2</sub> O			Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
SA.24-Y-D	AQ e.	0-20 100-120	5,5 4,9	1 1	0,0 0,3	0,9 0,8	0,07 0,02	0,02 0,02	F. 01 — A 8 km de Cocal no sentido de Padre Vieira. Município de Cocal — CE.	
	Li e. aren.	0-25 32-50	6,5 7,0	30 30	0,0 0,0	10,3 19,0	0,3 0,1	— —	F. 02 — A 2 km de Amontada na estrada para Itapipoca. Município de Itapipoca — CE.	
	PVA d. ab. aren./ arg.	0-20 90-110	4,7 4,8	1 1	0,2 1,1	1,3 1,4	0,16 0,30	0,03 0,11	F. 03 — A 5 km de Tururu no sentido de Cemoaba. Município de Itapipoca — CE.	
	PVA E ab. aren./ arg.	0-25 100-120	5,9 5,8	1 1	0,0 0,0	1,9 2,0	0,24 0,25	0,02 0,08	F. 04 — A 6 km de Cemoaba, no sentido de Tururu. Município de Uruburetama — CE.	
	PVA d. ab. aren./ méd.	0-25 130-150	5,4 4,9	1 1	0,0 0,1	1,5 1,0	0,08 0,10	0,01 0,03	F. 05 — A 28 km da estrada para Trairi saindo da BR-222. Município de Trairi — CE.	
	AQe.	0-20 130-150	5,8 5,9	3 1	0,0 0,0	2,9 1,0	0,17 0,10	0,04 0,03	F. 06 — A 6 km de Trairi, na estrada que liga esta cidade à BR-222. Município de Trairi — CE.	
	PVA E ab. plínt. aren./ arg.	0-20 40-60	5,4 5,7	1 1	0,0 0,0	1,9 2,8	0,20 0,30	0,03 0,08	F. 07 — A 6 km de Croatá, na BR-222 no sentido de Fortaleza. Município de São Gonçalo do Amarante — CE.	
SA.24-Z-C	PVA d. ab. plínt. aren./ arg.	0-20 60-80	5,2 5,0	1 1	0,0 1,0	1,2 1,4	0,11 0,42	0,02 0,02	F. 08 — A 5 km adiante de Sítios Novos, em direção a Fazenda Capine, distrito de Sítios Novos. Município de Caucaia — CE.	

### 3.8 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — AMARAL FILHO, Z.P. et alii. Pedologia. Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRA-SIL. *Folha SC.20 Porto Velho*. Rio de Janeiro, 1978. 668p. (Levantamento de Recursos Naturais, 16) p. 251-412.
- 2 — ARAUJO, J.V. et alii. Pedologia. Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza*. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 3)
- 3 — BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H. Os climas biológicos e sua classificação. *B. geogr.*, Rio de Janeiro, 22(176):545-566, 1963.
- 4 — BEEK, K.J. *Recursos naturais e estudos perspectivos a longo prazo*; notas metodológicas. Brasília, SUPLAN, 1975. 44p.
- 5 — BENNEMA, J. *Report to the government of Brazil on classification of brazilian soils*. Rome, FAO, 1966. 83p. (Expanded Technical Assistance Program, FAO Report, 2197)
- 6 — BLACK, C.A. et alii. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. 2v. (Agronomy, 9)
- 7 — BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Estudo expedito de solos no Estado do Ceará para fins de classificação, correlação e verificação de mapeamento*. Recife, 1972. 46p. (Boletim Técnico, 23)
- 8 — ———. *Estudo expedito de solos nas partes norte e central do Piauí, oeste de Pernambuco e noroeste do Ceará para fins de classificação e correlação*. Recife, 1972. 33p. (Boletim Técnico, 25)
- 9 — ———. *Levantamento exploratório — reconhecimento de solos do Estado do Ceará*. Recife, 1973. 2v. (Boletim Técnico, 28)
- 10 — BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Meteorologia. *Normais climatológicas da área da SUDENE*. Rio de Janeiro/1963. 83p. mimeogr.
- 11 — BRASIL. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais. *Levantamento básico dos recursos naturais da bacia do rio Parnaíba nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará*. Parte I. Inventário dos recursos naturais. Recife, 1975. v. 11.
- 12 — CAMARGO, M.N. Legenda preliminar de identificação de solos do Estado do Rio de Janeiro e critérios para separação de unidades de solo e fases. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS, 1.º, Rio de Janeiro, 1978. *Anais*. Rio de Janeiro, SNLCS/SBCS, 1979. 276p., p. 29-39.
- 13 — CEARÁ. Superintendência do Desenvolvimento do Estado. *Atlas do Ceará*. Rio de Janeiro, SUDEC/IBGE, 1972.
- 14 — ———. *Levantamento de reconhecimento dos solos de parte do vale do Acaraú*. Fortaleza, SUDEC/DNOCS, 1974. 197p.
- 15 — ———. *Levantamento de reconhecimento dos solos da área seca dos perímetros irrigados de Forquilha e Aires de Souza*. Fortaleza, 1976. 11p.
- 16 — DEWIS, J. & FREITAS, F. *Physical and chemical methods of soil and water analysis*. Rome, FAO, 1970. 275p. (Soils Bulletin, 10)
- 17 — EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Guia de execução de estudo de solos no Estado do Rio de Janeiro. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS, 1.º, Rio de Janeiro, 1978. *Anais*. Rio de Janeiro, SNLCS/SBCS, 1979. 276p., p. 77-246.
- 18 — ESCRITÓRIO TÉCNICO DE AGRICULTURA BRASIL-ESTADOS UNIDOS. *Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra*; 3.ª aproximação. Rio de Janeiro, 1971. 436p.
- 19 — E.U.A. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. *Soil classification, a comprehensive system*; 7th approximation. Washington, D.C., 1960. 265p.
- 20 — ———. *Soil taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. Washington, D.C., Government Printing Office, 1975. 754p. (Agriculture Handbook, 436)
- 21 — E.U.A. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. *Soil survey manual*. Washington, D.C., 1951. 503p. (Handbook, 18)
- 22 — GALVÃO, M.V. Regiões bioclimáticas do Brasil. *R. Bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 29(1):3-36, 1967.
- 23 — JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1958. 498p.
- 24 — LEMOS, R.C. de & SANTOS, R.D. dos. *Manual de método de trabalho de campo*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de Método de Trabalho de Campo, 1976. 36p.
- 25 — MUNSSELL soil color charts. Baltimore, Munsell Color Company, 1971. tab.
- 26 — VETTORI, L. *Método de análise de solo*. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 42p. (Boletim Técnico, 7)
- 27 — VETTORI, L. & PIERANTONI, H. *Análise granulométrica: novo método para determinar a fração argila*. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1968. 8p. (Boletim Técnico, 3)





A — Perfil de Bruno Não Calcico textura média/argilosa (P. 27). Unidade NC2. Município de Pentecostes — CE. Folha SA. 24-Y-D.

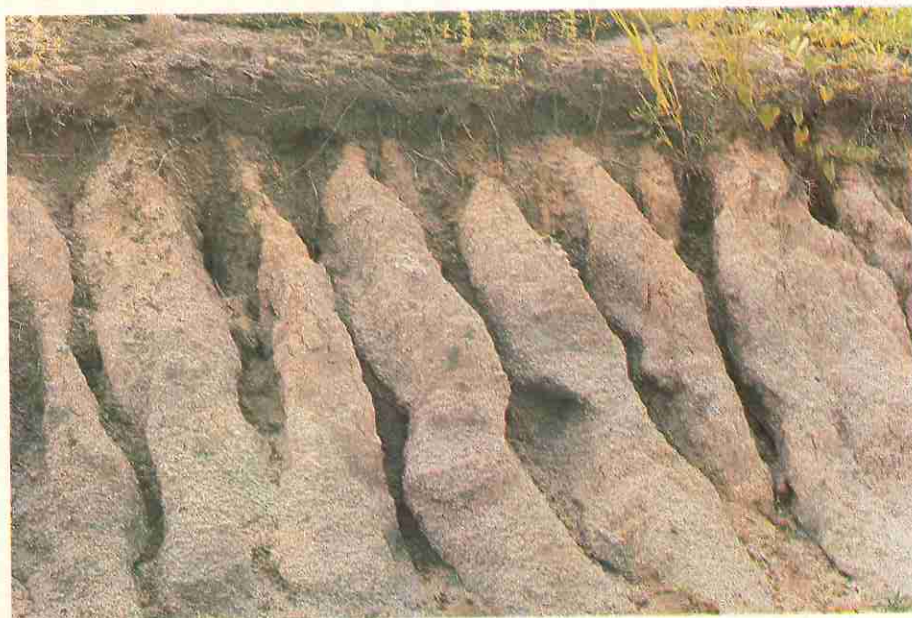


B — Perfil de Vertissolo (P.02). Unidade V. Localidade de Serra Verde, município de Piracuruca — PI. Folha SA.24-Y-C.

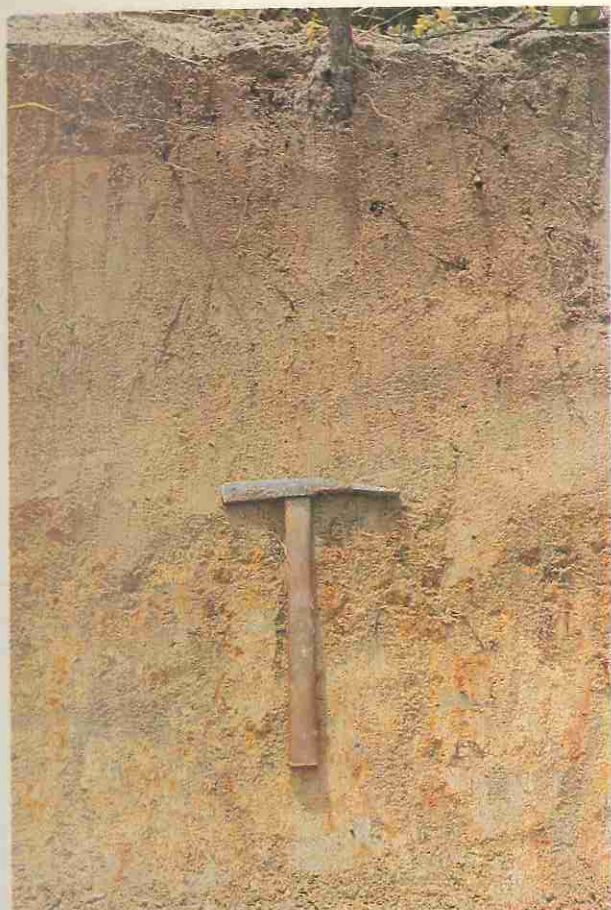




A — Perfil de Planossolo Solódico textura arenosa/argilosa. Unidade PLS9. Localizado próximo à cidade de Granja — CE. Folha SA.24-Y-C.



B — Perfil de Solonetz Solodizado textura arenosa/argilosa. Unidade SS. Localizado na BR-020, município de Caucaia — CE. Folha SA.24-Z-C.

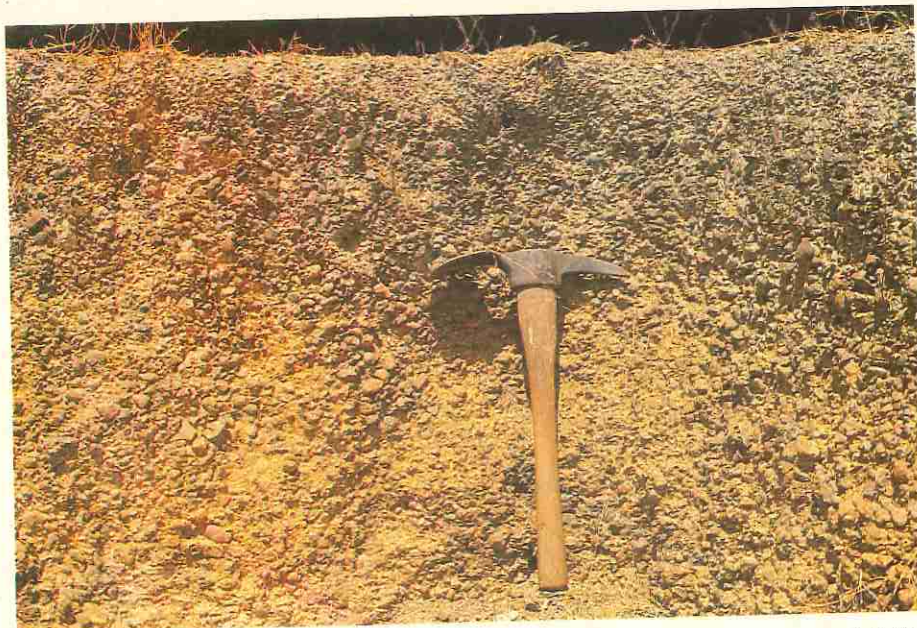


A — Perfil de Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico abruptico plintico textura arenosa/argilosa, componente da unidade PE19. Localizado na estrada Croatá—Paracuru, município de São Gonçalo do Amarante — CE. Folha SA.24-Y-D.

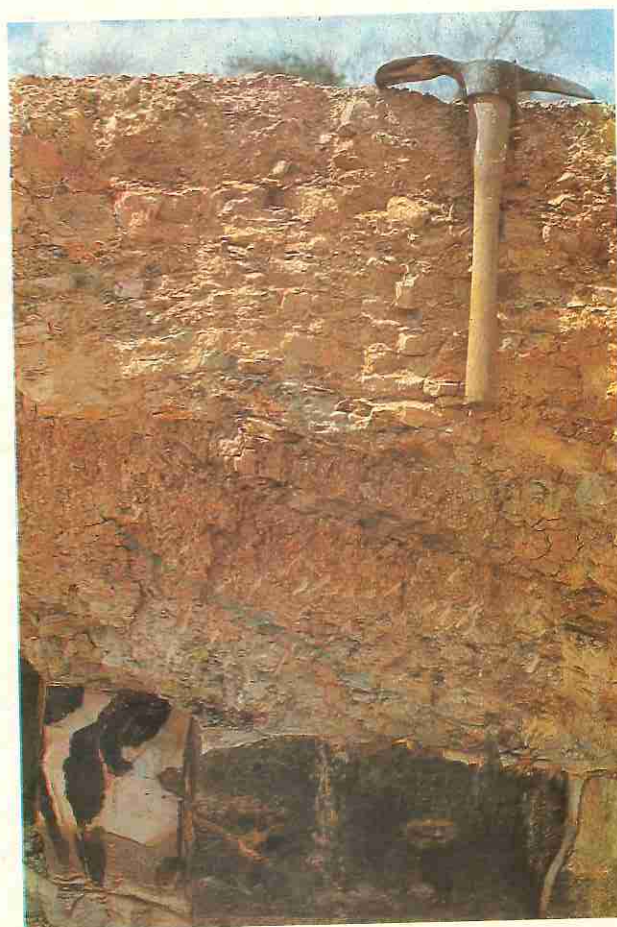


B — Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo álico textura média (P.09), componente da unidade PVa1, localizado próximo a Piracuruca — PI. Folha SA.24-Y-C.



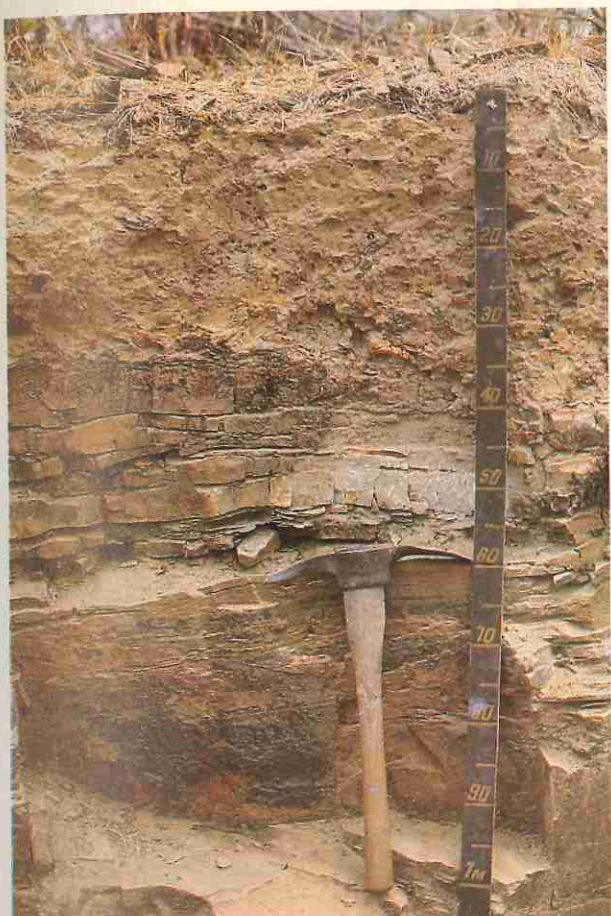


A — Perfil de Solo Concrecionário eutrófico textura média/argilosa. Unidade SCe4. Localizado próximo ao povoado de Alto Alegre, município de Piracuruca — Pl. Folha SA.24-Y-C.

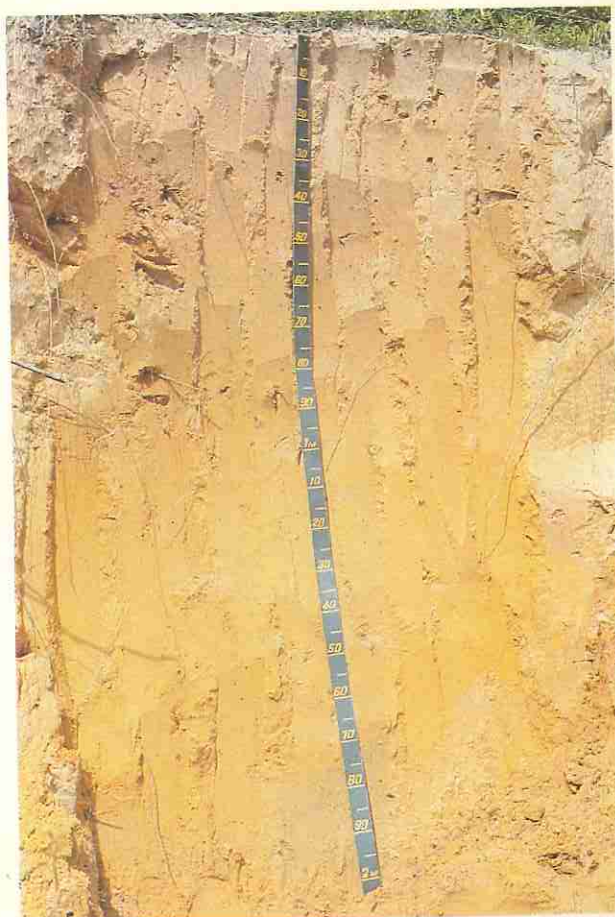


B — Perfil de Solo Litólico distrófico textura média. Unidade Rd6. Localizado na estrada Buriti dos Lopes—Barra do Longá, município de Buriti dos Lopes — Pl. Folha SA.24-Y-C.





A — Perfil de Solo Litólico distrófico textura média. Unidade Rd2. Localizado na estrada Volta da Jurema—Esperantina, município de Piracuruca — Pl. Folha SA.24-Y-C.

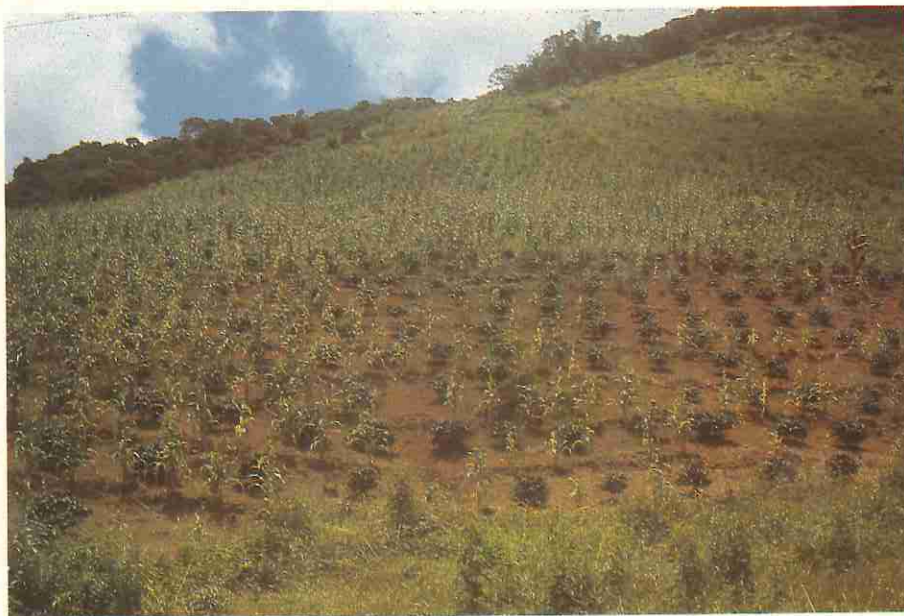


B — Perfil de Areias Quartzosas distróficas, componente da unidade AMd2, localizado próximo a Aquiraz — CE. Folha SA.24-Z-C.





A — Vista da superfície de Vertissolo da unidade V. Folha SA.24-Y-C.

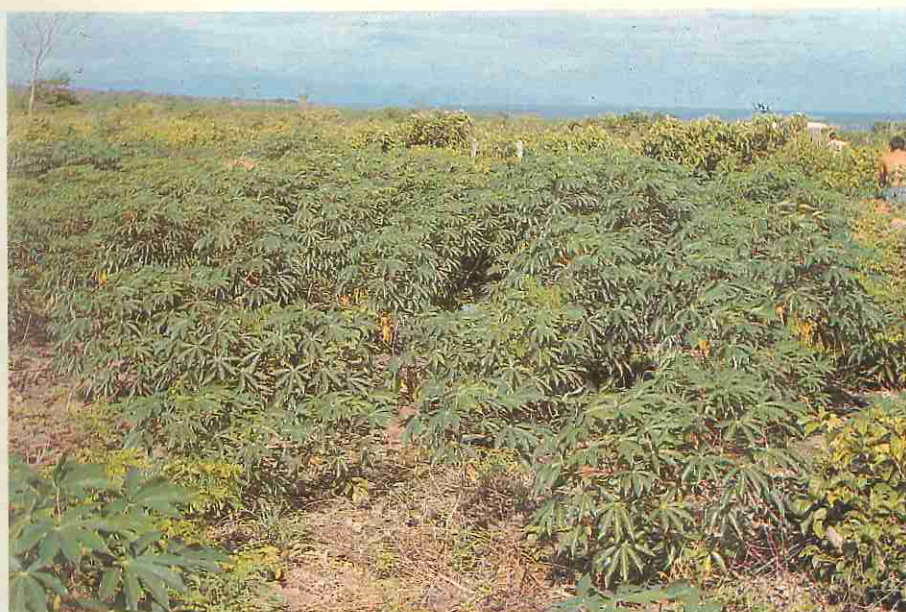


B — Cultura de café e milho, na serra da Meruoca, sobre Podzólíco Vermelho-Amarelo Eutrófico textura média/argilosa. Unidade PE11. Município de Alcântara — CE. Folha SA.24-Y-C.





A — Cultura de café na serra da Ibiapaba, próximo a Ubajara, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e álico, Unidade LVd1. Município de Ubajara — CE. Folha SA.24-Y-C.



B — Cultura de mandioca sobre Areias Quartzosas eutróficas (inclusão da unidade AQd4), próximo a Trairi. Município de Trairi — CE. Folha SA.24-Y-D.





A — Cultura de milho sobre Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico textura arenosa/média, próximo à Comunidade Agrícola Padre Anchieta. Município de Trairi — CE. Folha SA.24-Y-D.



B — Área de Solonchak Sódico, destacando-se a vegetação de brejo (*Iresine portulacoides* Moq.), próximo à localidade de João Peres. Município de Araióses — MA. Unidade SD1. Folha SA.24-Y-A.

# **4 – VEGETAÇÃO**

**AS REGIÕES FITOECOLÓGICAS, SUA NATUREZA  
E SEUS RECURSOS ECONÔMICOS**

**ESTUDO FITOGEOGRÁFICO**

Salim Jordy Filho  
Odilon Albino Salgado

**ESTUDO BIOCLIMÁTICO**

Benedicta Catharina Fonzar

#### PARTICIPANTES

Alberto Coelho Sarmento  
Lúcia Maria Cardoso Gonçalves  
Carlos Alberto Miranda  
Oswaldo Koury Junior  
Angela Maria Studart da Fonseca Vaz

#### ORIENTAÇÃO

Henrique Pimenta Veloso  
Luiz Góes-Filho

#### AGRADECIMENTOS

A Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL expressa seus agradecimentos ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro, à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária — IPA, ao Dr. Dárdano de Andrade-Lima e à Dra. Graziela Maciel Barroso, pela colaboração prestada.

Relatório elaborado de setembro/78 a março/79  
Diretor no período: Luiz Góes-Filho

## RESUMO

Abrangendo parte dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão, a Folha SA.24 Fortaleza, com 42.480 km<sup>2</sup>, está localizada na porção setentrional do Nordeste brasileiro, compreendida pelos paralelos de 0°00' a 4°00' latitude Sul e meridianos de 36°00' a 42°00' longitude WGr.

Através da utilização das imagens de radar, demais sensores (fotografias aéreas LANDSAT em infravermelho preto e branco e falsa cor), sobrevôos a baixa altura e levantamentos de campo, estabeleceu-se uma metodologia que permitiu mapear e dividir a área em quatro Regiões Fitoecológicas: Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semide-

cidial, além das Áreas das Formações Pioneiras, de Tensão Ecológica, Antrópicas e Refúgio Ecológico.

O estudo bioclimático obedeceu à classificação de Bagnouls & Gausson (1957), constatando-se a ocorrência das Sub-Regiões Termoxeroquimênica Atenuada, Termoxeroquimênica Média e Termoxeroquimênica Acentuada.

Esta área, dotada de poucos recursos naturais renováveis, revela em sua vegetação modificações fisionômico-florísticas impostas pela grande atividade humana, presente praticamente em toda sua extensão.



## ABSTRACT

This study covers part of the Ceará, Piauí and Maranhão states, included in the Sheet SA.24 Fortaleza, with 42,480 km<sup>2</sup> and located between parallels 0°00' and 4°00' S and 36°00' and 42°00' WGr.

Using radar imagery, other sensors as color infra-red black and white and multispectral photographs, field checking and an adequate methodology, it was possible to identify and to map four (4) Ecological Regions: Savanna, Steppe, Open Forest, Stational Semideciduous Forest, besides areas of Pioneer Formations, Ecologi-

cal Tension (Ecotono) and Refuge as well as areas submitted to human action.

The bioclimatic study is based on the Bagnouls and Gaussen Classification (1957).

In this area, sparsely endowed with renewable natural resources, the vegetation presents physiognomic-floristic modifications imposed on it by the great deal of human activity present practically all throughout the area.

## 4.1 — ESTUDO FITOGEOGRÁFICO

### 4.1.1 — INTRODUÇÃO

#### 4.1.1.1 — Localização

A Folha SA.24 Fortaleza está localizada na porção setentrional do Nordeste brasileiro, incluindo administrativamente parte dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão, totalizando uma área de 42.480 km<sup>2</sup>. Pelo corte cartográfico internacional esta Folha é delimitada pelos paralelos de 0°00' e 4°00' S e meridianos de 36°00' a 42°00' WGr. Compreende cinco Folhas de 1° x 1°30' (1:250.000), das quais quatro são fracionárias.

Seus limites a norte e leste correspondem à fronteira marítima com o Atlântico, com formas predominantemente retilíneas e arenosas. A sul e oeste, são continuados pelas terras do Ceará, Piauí e Maranhão.

Pelo seu posicionamento, a área mapeada favorece uma maior concentração demográfica na faixa litorânea e áreas de "serras", contrastando com outras de população escassa, mais isoladas e pouco desenvolvidas. Fortaleza é a terceira área metropolitana do Nordeste, tendo como cidades satélites Caucaia e Maranguape. No litoral cearense destacam-se: Aracati, Acaraú e Camocim; no litoral piauiense, Parnaíba; no "Sertão", Sobral e Piracuruca, respectivamente nos Estados do Ceará e Piauí; das cidades "serras" sobressaem Uruburetama, Itapajé, Ubajara, Viçosa do Ceará e Tinguá, todas no Estado do Ceará.

#### 4.1.1.2 — Justificativa

Existe muita controvérsia na designação dos tipos de vegetação tropical. É suficiente, para isso, observar os diversos mapas existentes ou ler vários autores, para verificar a divergência que se encontra na terminologia fitogeográfica mundial.

O Projeto RADAMBRASIL, preocupado em unificar a nomenclatura fitogeográfica brasileira, resolveu adotar um sistema internacional de classificação que fosse compatível com a escala do mapeamento, e que estivesse em estrita consonância com o sensor remoto utilizado. Assim, o espaço brasileiro foi subdividido em regiões ecológicas, correspondentes aos tipos de vegetação existentes, cujos nomes internacionais, ao lado da terminologia nacional, tivessem uma fácil identificação tropical.

As bases filosóficas estabelecidas para a classificação fisionômico-ecológica do Projeto RADAMBRASIL foram, em princípio, as mesmas que Budowski recomendou, na reunião de Paris em 1965, "não serem de natureza controversal":

- que a cartografia publicada seja possível na prática;
- que a terminologia empregada seja definida sempre que possível acompanhada de um glossário de conceituação universal;
- que a classificação seja simples para ser usada facilmente pelos fitogeógrafos; e
- que a hierarquia da classificação seja suficientemente flexível, para, quando necessário, incorporar as novas fisionomias encontradas.

Discutir bibliograficamente as origens da fitogeografia e, conseqüentemente, a sua evolução através do tempo não é propósito desse relatório; mas, inegavelmente, foi Schimper (1903) quem tentou pela primeira vez comparar a vegetação da zona temperada com a tropical. Sua classificação fisionômica, realizada em 1898, legou aos fitogeógrafos uma nomenclatura baseada em conhecimentos de fisiologia vegetal que persiste até hoje (Schimper & Faber, 1935); também não se pode discutir o valor do "Acordo de Yangambi", realizado em 1956, para a nova nomenclatura fitogeográfica tropical. Assim, após Trochain (1955), Aubréville (1956), Ellemberg & Mueller-Dombois (1965/66) e Schenell (1970/71), po-

de-se afirmar que a terminologia adotada pelo Projeto RADAMBRASIL é apropriada e a que melhor atinge os propósitos de internacionalização da linguagem fitogeográfica brasileira.

#### 4.1.1.3 — Caracterização geral da área

##### 4.1.1.3.1 — Aspectos fisiográficos

A Folha SA.24 Fortaleza é caracterizada pelos terrenos do Quaternário e Terciário, definidos por formas de acumulação e superfícies dissecadas, respectivamente, afóra as superfícies estruturais erosivas e dissecadas pertencentes ao Mesozóico, Paleozóico e Pré-Cambriano (vide 1 — Geologia e 2 — Geomorfologia).

O Holoceno é representado por dunas, planícies fluviais e fluviomarinhas, com predominância de Areias Quartzosas Marinhas, Solos Aluviais e Indiscriminados de Mangue, respectivamente (vide 3 — Pedologia), enquanto que o Grupo Barreiras, pertencente ao Terciário-Quaternário (Mioceno Superior e Pleistoceno), de formas tabulares, acompanhando a linha do litoral, tem como classe de solo de maior relevância o Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico.

Os arenitos do Cretáceo, com maior representatividade na área, pertencem à Formação Itapecuru (vide 1 — Geologia), localizada em superfícies pediplanadas a oeste da Folha. Os Solos Litólicos eutróficos e distróficos com manchas de Latossolo Vermelho-Amarelo constituem-se nas classes de solos dominantes (vide 3 — Pedologia).

O Planalto da Ibiapaba, com formas erosivas e estruturais, é caracterizado pelos arenitos do Devoniano, pertencentes às Formações Cabeças, Pimenteiras e Serra Grande (vide 1 — Geologia). Pedologicamente esta área apresenta-se bastante diversificada, constando nas classes de solos as Areias Quartzosas distróficas, Solos Litólicos eutróficos e distróficos e Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (vide 3 — Pedologia). O restante dos arenitos paleozóicos com formas dissecadas e erosivas encontra-se distribuído no Planalto Residual da Meruoca e em áreas adjacentes, pertencentes à Superfície Sertaneja, predominando, em ambas as áreas, solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos.

Pertencentes aos Complexos Nordestino e de Granja, além do Grupo Martinópole (vide 1 — Geologia) os terrenos do Pré-Cambriano encontram-se distribuídos por toda a Folha em estudo, englobando as áreas conservadas e dissecadas da Superfície Sertaneja, bem como os Planaltos Residuais dissecados em cristas e colinas. As classes de solos mapeadas são bastante variadas, segundo os estágios de domínio: Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e distrófico, Planossolo Solódico, Solos Litólicos eutróficos e Bruno Não Cálculo (vide 3 — Pedologia).

Sua rede de drenagem é constituída, na quase totalidade, por rios de regime intermitente e temporários, que compõem as bacias hidrográficas do Curu, Aracatiçu, Acaraú, Coreaú e Ubatuba, entre outros. A única exceção é dada pelo Parnaíba e seus afluentes da margem esquerda, que se mantêm perenes durante todo o ano.

O sistema viário estruturou-se e estabeleceu-se em função das ligações inter e intra-regionais, integrando os centros produtores do interior com os portos, voltados, portanto, ao comércio de exportação.

Os principais eixos rodoviários que servem a área são a BR-116, que liga Fortaleza (CE) a Jaguarão (RS); a BR-020, que converge para Brasília; a BR-222, que completa a integração com o Norte do País, interligando-se às BR-316 e BR-135. Transversais aos grandes eixos, situam-se as rodovias estaduais e outras de pequena significação, bem como estradas vicinais, geralmente de caráter privado.

#### 4.1.1.3.2 — Distribuição da vegetação

A equipe técnica da Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRA-SIL conceituou como regiões fitoecológicas áreas de uma determinada flora, de formas de vida características, que se refletem sob um mesmo clima, ocorrendo não necessariamente em áreas de mesma história geológica (Veloso; Japiassu e Góes-Filho, 1973). Embora a superfície abrangida pela Folha (42.480 km<sup>2</sup>) seja relativamente pequena quando comparada com as demais, apresenta uma vegetação bastante diversificada, condicionada sobretudo pelas grandes variações de relevo e solo. Assim sendo, no mapeamento fitogeográfico da Folha SA.24 Fortaleza, estratificou-se a área em quatro diferentes regiões: Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, além das Áreas das Formações Pioneiras, Tensão Ecológica e Antrópicas.

A Savana (Cerrado) reveste parte das superfícies pediplanadas do Planalto da Ibiapaba, apresentando-se com as fisionomias de Savana Arbórea Densa e Savana Arbórea Aberta. Observou-se também, na Superfície Sertaneja, próxima ao rio Camocim, a presença de uma disjunção ecológica da Savana (Cerrado), recobrindo os afloramentos do Pré-Cambriano, no Grupo Barreiras (vide 1 — Geologia).

A classe de formação dominante na Folha é a Estepe (Caatinga), que, ocorrendo com as fisionomias Estepe Arbórea Densa, Estepe Arbórea Aberta e Estepe Parque, reveste na quase totalidade as áreas conservadas e dissecadas da Superfície Sertaneja, bem como as áreas de acumulação inundáveis. Em relação ao Planalto da Ibiapaba, sua ocorrência fica limitada às superfícies pediplanadas (vide 2 — Geomorfologia).

A fachada atlântica dos Planaltos Residuais da Meruoca e Uruburetama bem como os interflúvios tabulares do Planalto da Ibiapaba são cobertos por remanescentes da Floresta Ombrófila Aberta. São decorrentes das condições climáticas, ocasionadas pelo relevo residual elevado, que favorece maior precipitação e uma reciclagem da umidade pela constante formação de nevoeiro e orvalho, as chamadas "precipitações ocultas".

A ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual limita-se às áreas dissecadas das unidades geomorfológicas anteriormente citadas, onde a ação das "precipitações ocultas", em face das menores altitudes, é menos atuante.

Acompanhando a linha do litoral, em áreas de influência fluvio-marinha, dunas e interflúvios tabulares, têm-se as Áreas das Formações Pioneiras, representadas por vegetação de Mangue e "Restinga" (Arbórea, Arbustiva e Herbácea).

Em termos de expressividade, o Planalto da Ibiapaba é a unidade geomorfológica que apresenta o maior número de Áreas de Tensão Ecológica, ocorrendo contatos (ecotono e enclave) entre as regiões pertencentes à Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga) e Floresta Estacional Semidecidual (Secundária). Constatou-se também sua presença na Superfície Sertaneja, em áreas do Grupo Martinópole, entre a Estepe e a Savana e, no Barreiras (vide 1 — Geologia), entre a "Restinga"/Savana e "Restinga"/Floresta Estacional.

As Áreas Antrópicas, representadas por Vegetação Secundária, revestindo grande parte dos Planaltos Residuais e Ibiapaba, e Vegetação Agrícola, ocupando terrenos pertencentes a formações geológicas distintas, encontram-se distribuídas por toda a Folha em estudo.

#### 4.1.1.4 — Utilização do sensor radar no mapeamento da vegetação

O Projeto RADAMBRASIL utiliza o sensor radar do tipo SLAR (Side Looking Airborne Radar). Pela sua pequena escala (1:400.000), rapidez na obtenção da imagem e qualidade da mesma, é o sensor recomendado para estudos exploratórios ou de reconhecimento de grandes áreas, especialmente na faixa intertropical, onde pre-

valecem condições atmosféricas adversas durante grande parte do ano. Demonstra com isso eficácia e precisão no levantamento dos recursos naturais.

O mapeamento da vegetação com base nas imagens de radar necessita de um sistema de interpretação fundamentado em fatores fisiográficos (relevo e drenagem) e nas variações da reflexão (tom e textura).

#### 4.1.1.4.1. — Relevo e drenagem

A cobertura vegetal está altamente relacionada com o relevo e a drenagem.

A visão regional proporcionada pela imagem de radar da definição das formas de relevo e dos tipos de vegetação permite ao intérprete uma visão sinóptica do trato, facilitando o delineamento das grandes áreas de vegetação.

Os padrões de drenagem são bem definidos na imagem, permitindo, até certo ponto, sugerir a natureza e a profundidade do solo, a litologia, etc., fatores esses que influem na distribuição espacial da vegetação.

#### 4.1.1.4.2 — Tom e textura

As ondas refletidas pelo terreno determinam na imagem dois parâmetros importantes para a interpretação da cobertura vegetal, ou seja: a tonalidade e a textura.

A tonalidade está diretamente relacionada com a maior ou menor percentagem de retorno dos sinais emitidos, ocasionando, na imagem, nuances cromáticas com variações do cinza-claro ao negro.

A textura é uma função da continuidade das ondas refletidas, apresentando na imagem uma aparência granular que varia de grossa a fina.

Assim, as características da cobertura vegetal, quais sejam, sua maior ou menor densidade e sua localização no relevo, acusam variações na reflexão, que se manifestam na imagem por diferentes tonalidades e texturas, uma vez que parte das ondas é por ela refletida.

### 4.1.2 — METODOLOGIA

#### 4.1.2.1 — Interpretação da vegetação nas imagens de radar

Na interpretação preliminar dos mosaicos semicontrolados de imagens de radar, na escala 1:250.000, utilizaram-se as faixas correspondentes que permitem uma visão tridimensional, originada pelas áreas de não retorno (sombrias). Além desse sensor, foram utilizadas fotografias aéreas LANDSAT em infra-vermelho preto e branco e falsa cor, na escala 1:1.000.000.

Numa folha de acetato, sobreposta à imagem, delinearam-se os ambientes geomorfológicos distintos que, por sua vez, correspondem às diferentes comunidades vegetais. Fez-se em seguida a intergração das folhas interpretadas e, com apoio na visão de conjunto, procedeu-se ao planejamento do sobrevôo a baixa altura e trabalhos de campo. Em cópias *offset* dos mosaicos, na mesma escala, foram então traçadas as linhas de voo, orientadas sobre os diversos ambientes a serem identificados.

Na Folha SA.24 Fortaleza, realizou-se o sobrevôo em etapa anterior à operação terrestre, uma vez que grande parte desta já havia sido mapeada (Góes-Filho *et alii*, 1973), não sendo necessário a interpretação preliminar sofrer grande número de correções, quando da checagem verdade terrestre—imagem de radar. Outro ponto importante é que, sendo a vegetação do Nordeste bastante homogênea, principalmente em relação à Estepe (Caatinga), a antecipação do sobrevôo reduziu, em muito, a checagem terrestre das áreas que apresentavam a mesma paisagem.

Nos trabalhos de campo, realizados com o auxílio de viaturas, procedeu-se à checagem dos ambientes sobrevoados, determi-

nando-se os padrões de imagem (tom e textura), que são refletidos pela paisagem.

Executou-se, outrossim, a coleta de material botânico e posterior identificação pela equipe técnica do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, coordenada pela Dra. Graziela Maciel Barroso e assistida diretamente pela Naturalista Ângela Maria Carvalho Studart da Fonseca, técnica integrante da Equipe de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL. Concomitantemente a essas etapas de trabalho, somou-se a revisão bibliográfica da área em estudo, incluindo-se informações geológicas, geomorfológicas e pedológicas, fornecidas pelas respectivas divisões técnicas do Projeto RADAMBRASIL.

#### 4.1.2.1.1 — Reinterpretação

A reinterpretação pode ser considerada como a fase semifinal do mapeamento fitogeográfico. Procedeu-se ao reexame de todos os dados reunidos através do sobrevôo, campo e pesquisa bibliográfica, sendo confirmados, retificados e legendados os ambientes anteriormente interpretados.

Assim, na Folha SA.24 Fortaleza, foram determinadas as Regiões Fitoecológicas da Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual; Áreas das Formações Pioneiras, Áreas de Tensão Ecológica e Áreas Antrópicas.

Das regiões e áreas acima caracterizadas, os padrões de imagem mais nitidamente definidos foram:

- os que refletem a cobertura vegetal da Savana Arbórea Densa e Aberta;
- da Estepe Arbórea Densa e Aberta;
- da Estepe Parque (área de Iruçuaba), não permitindo, entretanto, determinar a subformação com ou sem palmeiras;
- do Mangue; e
- do Refúgio Ecológico Montano (vegetação Herbácea), localizado na serra da Ubatuba.

#### 4.1.2.2.1 — Espécies da Savana (Cerrado)

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Arrabidaea</i> <i>cf.</i> <i>cinnamoea</i> (DC) Sandw.	Cipó-camarão	Bignoniaceae
<i>Aspidosperma</i> sp.*	Pitiá	Apocynaceae
<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.*	Sucupira	Leguminosae
<i>Byrsonima chrysophylla</i> H.B.K.	Murici	Malpighiaceae
<i>Byrsonima</i> sp.	Murici	Malpighiaceae
<i>Calliandra hirtiflora</i> Benth. Vel. aff.	?	Leguminosae
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.*	Piqui	Caryocaraceae
<i>Caryocar</i> sp.*	Piqui	Caryocaraceae
<i>Cassia aff. velutina</i> Vog.	?	Leguminosae
<i>Chiococca brachiata</i> Ruiz. & Pav.	Cipó-cruz	Rubiaceae
<i>Coccoloba</i> sp.*	?	Polygonaceae
<i>Curatella americana</i> L.*	Sambaíba, lixeira	Dilleniaceae
<i>Dalbergia</i> sp.*	Violeta	Leguminosae
<i>Eugenia rostrata</i> Berg.	?	Myrtaceae
<i>Eugenia</i> sp.*	?	Myrtaceae
<i>Harpalice brasiliana</i> Benth.	?	Leguminosae
<i>Hirtella americana</i> Aubl.*	Azeitona	Chrysobalanaceae
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.	Jatobá	Leguminosae
<i>Hymenaea velutina</i> Ducke.	Jatobá	Leguminosae
<i>Hymenaea</i> sp.*	Jatobá	Leguminosae
<i>Kielmeyera</i> sp.*	Capitão-do-campo	Guttiferae
<i>Krameria tomentosa</i> A. St. Hil.*	Carrapicho	Leguminosae
<i>Lonchocarpus sericeus</i> H.B.K.	?	Leguminosae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	Tiliaceae
<i>Magonia pubescens</i> St. Hil.*	Tingui	Sapindaceae
<i>Myrcia</i> sp.	?	Myrtaceae
<i>Ouratea fieldingiana</i> Engl.	Batiputá	Ochnaceae
<i>Parkia platycephala</i> H.B.K.*	Faveira	Leguminosae

Os padrões anteriormente referidos apresentam as seguintes características:

COBERTURA VEGETAL	PADRÕES DE IMAGEM DE RADAR	
	TOM	TEXTURA
Savana Arbórea Densa e Aberta	Claro médio	Média
Estepe Arbórea Densa e Aberta	Médio	Fina a média
Estepe Parque	Escuro	Fina
Mangue	Claro	Grossa
Refúgio Ecológico Montano	Médio	Média

Os padrões de imagens de radar que se seguem (Figs. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5) relacionam-se com os mencionados anteriormente, com suas respectivas legendas.

A interferência humana, praticamente existente em toda a área, prejudicou em parte a eficiência do radar, no que tange ao estabelecimento de padrões de imagem com relação à cobertura vegetal. A descaracterização da vegetação fez com que houvesse uma relativa homogeneização na imagem (tom e textura), entre as diferentes formações. Para suprimir essa inconveniência, recorreu-se a um detalhamento maior do sobrevôo, procurando-se abranger todos os ambientes delimitados durante a interpretação preliminar.

#### 4.1.2.2 — Florística

Nas Regiões Fitoecológicas da Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), bem como em Áreas das Formações Pioneiras, Refúgio Ecológico Montano e Áreas Antrópicas, determinaram-se pontos de coleta de material botânico, onde foram coletadas as espécies de maior representatividade. Posteriormente as exsiccatas foram enviadas ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro, para serem identificadas pela Equipe de Botânica.



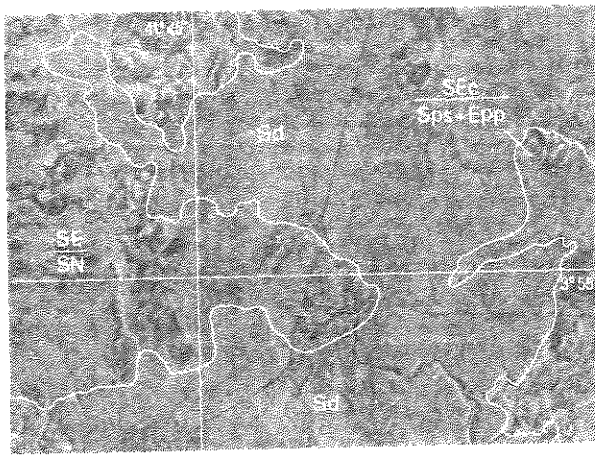


Fig. 4.1—Padrões de imagem de radar. Folha SA. 24-Y-C. Sd-Savana Arbórea Densa, SEc-Contato Savana/Estepe-enclave; Sps-Savana Parque, Epp-Estepe Parque com palmeiras, SE/SN-Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional-ecotono.

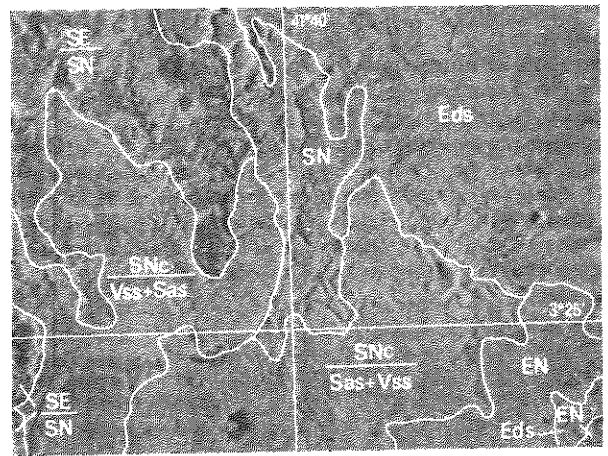


Fig. 4.2—Padrões de imagem de radar. Folha SA. 24-Y-C Eds-Estepe Arbórea Densa; EN-Contato Estepe/Floresta Estacional-ecotono, SNC-Contato Savana/Floresta Estacional-enclave; Sas-Savana Arbórea Aberta, Vss-Vegetação Secundária; SE/SN-Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional-ecotono.

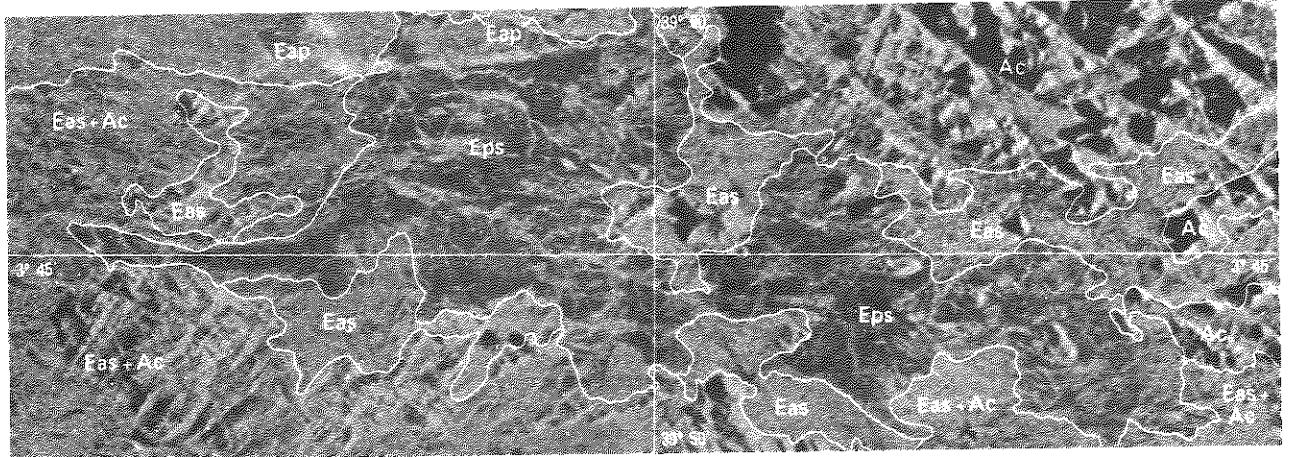


Fig. 4.3—Padrões de imagem de radar. Folha SA.24-Y-D. Eas - Estepe Arbórea Aberta; Eap -Estepe Arbórea Aberta com palmeiras; Eps-Estepe Parque; Ac - Agricultura.

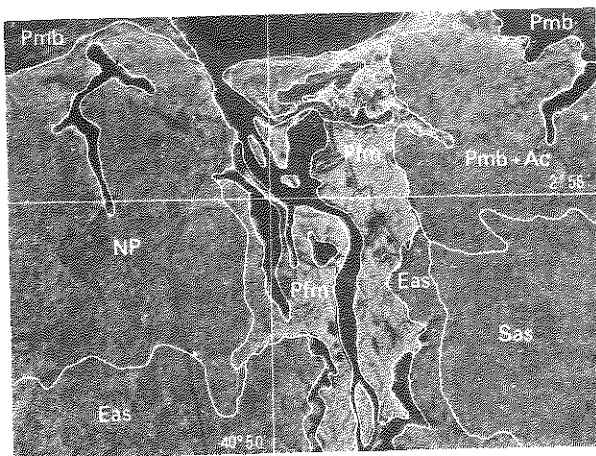


Fig. 4.4—Padrões de imagem de radar. Folha SA.24-Y-A. Sas-Savana Arbórea Aberta; Eas-Estepe Arbórea Aberta; Pmb-"Restinga" Arbustiva; Pfm - mangue; NP -Contato Floresta Estacional/"Restinga" ecotono; Ac - Agricultura.

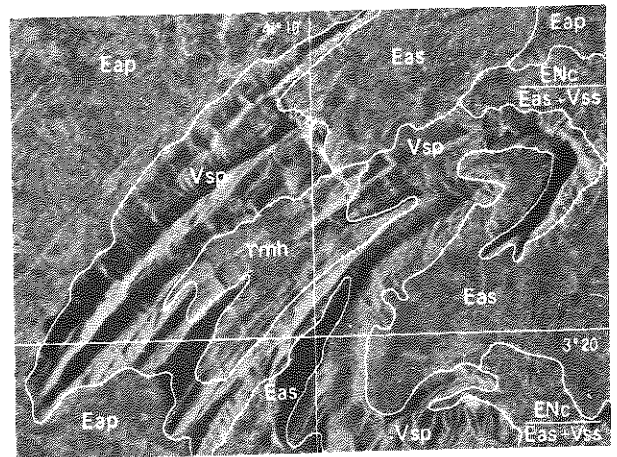


Fig. 4.5—Padrões de imagem de radar. Folha SA.24-Y-C Eas-Estepe Arbórea Aberta, Eap -Estepe Arbórea Aberta com palmeiras; ENc -Contato Estepe/Floresta Estacional-enclave; Eas-Estepe Arbórea Aberta, Vss-Vegetação Secundária; Vsp-Vegetação Secundária com palmeiras; rmh-Refúgio Ecológico Montano-Herbáceo.

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Pouteira lateriflora</i> (Benth.) Radlk.	?	Sapotaceae
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra	Vochysiaceae
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau-terra	Vochysiaceae
<i>Qualea</i> sp.*	Pau-terra	Vochysiaceae
<i>Remijia ferruginea</i> DC.*	Quina-quina	Rubiaceae
<i>Rourea doniana</i> Baker.	?	Connaraceae
<i>Salvertia convallariodora</i> A. St. Hil.	Folha-larga	Vochysiaceae
<i>Secondatia densiflora</i> D.C.	?	Apocynaceae
<i>Simaruba versicolor</i> St. Hil.	Paraíba	Simarubaceae
<i>Simaruba</i> sp.*	Paraíba, praíba	Simarubaceae
<i>Stryphnodendron barbatimao</i> Mart.*	Barbatimão	Leguminosae
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart. et. Zucc.	?	Combretaceae
<i>Ximenia americana</i> L.	Ameixa	Olivaceae

#### 4.1.2.2.2 — Espécies da Estepe (Caatinga)

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Acacia</i> sp.	?	Leguminosae
<i>Anadenanthera</i> sp.	?	Leguminosae
<i>Apterokarpus gardneri</i> (Engl.) Rizzini.	?	Anacardiaceae
<i>Aristida</i> sp.*	Capim-panasco	Gramineae
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.*	Pereiro	Apocynaceae
<i>Astronium urundeuva</i> Engl.*	Aroeira	Anacardiaceae
<i>Auxemma oncocalyx</i> Taub.*	Pau-branco	Borraginaceae
<i>Bauhinia</i> sp.	Mororó	Leguminosae
<i>Bromelia</i> sp.*	Macambira	Bromeliaceae
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl.) G. Don.	Manacá	Solanaceae
<i>Bumelia sertorum</i> Mart.*	Quixabeira	Sapotaceae
<i>Bursera leptophloeos</i> Mart.*	Amburana-de-cambão	Burseraceae
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	Catingueira	Leguminosae
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.*	Jucá	Leguminosae
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.*	Catingueira	Leguminosae
<i>Cassia trachypus</i> Mart.	Quebra-machado	Leguminosae
<i>Cassia</i> sp.	?	Leguminosae
<i>Cereus</i> sp.*	Facheiro	Cactaceae
<i>Cereus jamacaru</i> P.DC.*	Mandacaru	Cactaceae
<i>Cochlospermum</i> sp.	?	Cochlospermaceae
<i>Combretum aff. jacquini</i> Griseb.	?	Combretaceae
<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl.	Mofumbo-do-rio	Combretaceae
<i>Combretum leprosum</i> Mart.*	Mofumbo	Combretaceae
<i>Copernicia cerifera</i> (Arr. Cam.) Mart.*	Carnaúba	Palmae
<i>Cordia</i> sp.	Frei-jorge	Borraginaceae
<i>Croton argyrophylloides</i> Muel. Arg.	Velame	Euphorbiaceae
<i>Croton</i> sp.	?	Euphorbiaceae
<i>Dalechampia scandens</i> L.	Urtiga-mamão	Euphorbiaceae
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. f.*	Macambira-de-lajedo	Bromeliaceae
<i>Erythrina</i> sp.*	Mulungu	Leguminosae
<i>Fagara</i> sp.	Laranjinha	Rutaceae
<i>Galipea bracteata</i> (Nus. et. Mart.) Engl.	?	Rutaceae
<i>Geoffraea spinosa</i> Jacq.*	Umari	Leguminosae
<i>Helicteres</i> sp.	Saca-rolha	Tiliaceae
<i>Ipomoea marcellia</i> Miessner.	?	Convolvulaceae
<i>Licania rigida</i> Benth.*	Oiticica	Chrysobalanaceae
<i>Luehea candicans</i> Mart.	Açoita-cavalo	Tiliaceae
<i>Maytenus erythroxylon</i> Reiss.	?	Celastraceae
<i>Mimosa acustipula</i> Benth.	Jurema-preta	Leguminosae
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.*	Sabiá	Leguminosae
<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	Jurema	Leguminosae
<i>Mimosa</i> sp.*	Jurema-preta	Leguminosae
<i>Mouriria cearensis</i> Hub.	?	Melastomataceae
<i>Neoglaziovia variegata</i> Mez.*	Caroá	Bromeliaceae
<i>Peschiera affinis</i> (M. Arg.) Miers.	?	Apocynaceae
<i>Pilosocereus gounellei</i> K. Schum.*	Xique-xique	Cactaceae

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Piptadenia obliqua</i> (Pers) Nacbr.*	Catanduva	Leguminosae
<i>Piptadenia macrocarpa</i> Benth.*	Angico-preto	Leguminosae
<i>Piptadenia stipulaceae</i> (Benth.) Ducke.	?	Leguminosae
<i>Pithecolobium</i> sp.*	Canafístula-de-boi	Leguminosae
<i>Randia armata</i> (SW) DC.	?	Rubiaceae
<i>Simaruba versicolor</i> St. Hil.	Paraíba	Simarubaceae
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	Jurubeba	Solanaceae
<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.*	?	Anacardiaceae
<i>Tabebuia</i> sp.*	Pau-d'arco	Bignoniaceae
<i>Tabebuia serratifolia</i> Nicholson.*	Pau-d'arco-amarelo	Bignoniaceae
<i>Torresea cearensis</i> Fr. All.*	Cumarú	Leguminosae
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Coaçu	Poligonaceae
<i>Triplaris pachau</i> Mart.	Pajeú	Poligonaceae
<i>Turnera</i> sp.	Saca-estrepê	Turneraceae
<i>Wedelia hookeriana</i> Gardn.	?	Compositae
<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.*	Juazeiro	Rhamnaceae

#### 4.1.2.2.3 — Espécies das Áreas das Formações Pioneiras

##### A) "Restinga"

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Amazonia campestris</i> (Aubl.) Moldehke	?	Verbenaceae
<i>Anacardium occidentale</i> L.*	Cajueiro	Anacardiaceae
<i>Annona</i> sp.*	Araticum	Annonaceae
<i>Arrabidaea aff. cinnamonea</i> (DC) Sandw.	?	Bignoniaceae
<i>Arrabidaea platyphylla</i> Burm. & Schum.	Cipó-camarão	Bignoniaceae
<i>Bauhinia macrostachya</i> Benth.	?	Leguminosae
<i>Byrsonima</i> sp.	Murici	Malpighiaceae
<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	?	Leguminosae
<i>Cassia apoucouita</i> Aubl.	?	Leguminosae
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.*	Guajiru	Chrysobalanaceae
<i>Coccoloba</i> sp.	?	Poligonaceae
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Gergelim	Leguminosae
<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	?	Euphorbiaceae
<i>Croton</i> sp.	?	Euphorbiaceae
<i>Cuspidaria</i> sp.	?	Bignoniaceae
<i>Eugenia</i> sp.	?	Myrtaceae
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	?	Rubiaceae
<i>Helicteres</i> sp.	Saca-rolha	Tiliaceae
<i>Inga</i> sp.*	?	Leguminosae
<i>Ipomoea martii</i> Meiss.	?	Convolvulaceae
<i>Ipomoea pes-caprae</i> Roth.*	Salsa-da-praia	Convolvulaceae
<i>Iresine portulacoides</i> Moq.*	Bredinho-da-praia	Amaranthaceae
<i>Manilkara</i> sp.*	Maçaranduba	Sapotaceae
<i>Maytenus erythroxylon</i> Reissen.	?	Celastraceae
<i>Mouriria cearensis</i> Hub.	?	Melastomataceae
<i>Myrcia</i> sp.	Murta	Myrtaceae
<i>Neojobertia eandolleana</i> Bur. et K.SCH.	?	Bignoniaceae
<i>Panicum asperifolium</i> (Desv.) Hitchc.*	?	Gramineae
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.*	Capim-gengibre	Gramineae
<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz.*	Capim-da-praia	Gramineae
<i>Pilosocereus hapalacanthus</i> Werd.*	?	Cactaceae
<i>Psidium</i> sp.*	?	Myrtaceae
<i>Remirea maritima</i> Aubl.	Cipó-da-praia	Cyperaceae
<i>Solanum</i> sp.	?	Solanaceae
<i>Sporobolus virginicus</i> Kunth.*	Capim-barba-de-bode	Gramineae
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridley) Sandw.*	Pau-d'arco	Bignoniaceae
<i>Ximenia americana</i> L.	Ameixa	Oleaceae

## B) Mangue

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Avicennia nitida</i> Jacq.*	Mangue-canoé	Verbenaceae
<i>Conocarpus erecta</i> L.*	Mangue-de-botão	Combretaceae
<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn. f.*	Mangue-sapateiro	Combretaceae
<i>Rhizophora mangle</i> L.*	Mangue-verdadeiro	Rhizophoraceae

## 4.1.2.2.4 — Espécies do Refúgio Ecológico Montano

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke.	?	Anacardiaceae
<i>Aspidosperma</i> sp.	?	Apocynaceae
<i>Aspilia</i> sp.	?	Compositae
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	?	Malpighiaceae
<i>Byrsonima</i> sp.	Murici	Malpighiaceae
<i>Cassia trachypus</i> Mart. ex. Benth.	Quebra-machado	Leguminosae
<i>Clusia</i> sp.	?	Guttiferae
<i>Connarus</i> sp.	?	Connaraceae
<i>Dasiphylum</i> sp.	?	Compositae
<i>Erythroxylum</i> sp.*	?	Erythroxylaceae
<i>Eschweilera ovata</i> Mart.	?	Lecythidaceae
<i>Harpallice brasiliana</i> Benth.	?	Leguminosae
<i>Himatanthus articulata</i> (Vahl.) Woods.	?	Apocynaceae
<i>Kielmeyera</i> sp.*	?	Guttiferae
<i>Manihot</i> sp.	?	Euphorbiaceae
<i>Myrcia</i> sp.	?	Myrtaceae
<i>Ouratea fieldingiana</i> Gardn.	Batiputá	Ochnaceae
<i>Pisonia noxia</i> Netto.	?	Nyctaginaceae
<i>Salacia laevigata</i> DC.	?	Hippocrateaceae
<i>Talisia</i> sp.	?	Sapindaceae
<i>Ternstroemia candolleana</i> Wawra.	?	Theaceae
<i>Tocoyena</i> sp.	?	Rubiaceae
<i>Vellozia</i> sp.*	Canela-de-ema	Velloziaceae
<i>Vernonia</i> sp.	?	Compositae

## 4.1.2.2.5 — Espécies da Vegetação Secundária

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Aspidosperma</i> sp.	?	Apocynaceae
<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.*	Sucupira	Leguminosae
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici-da-mata	Malpighiaceae
<i>Cassia apoucouita</i> Aubl.	?	Leguminosae
<i>Cecropia</i> sp.*	Torém	Moraceae
<i>Cedrella</i> sp.*	Cedro	Meliaceae
<i>Chloroflora tinctoria</i> Gaud.	Tatajuba	Moraceae
<i>Copaifera</i> sp.*	Pau-d'óleo, podói	Leguminosae
<i>Enterolobium</i> sp.*	Timbaúba	Leguminosae
<i>Erythrina</i> sp.*	Mulungu	Leguminosae
<i>Eschweilera ovata</i> Mart.	?	Lecythidaceae
<i>Hymenaea</i> sp.*	Jatobá	Leguminosae
<i>Lecythis</i> sp.*	Sapucaia	Lecythidaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	Tiliaceae
<i>Manilkara</i> sp.*	Maçaranduba	Sapotaceae
<i>Mouriria guianensis</i> Aubl.	Cruili	Melastomataceae
<i>Orbignya martiana</i> B. Rodr.*	Babaçu	Palmae
<i>Protium heptaphyllum</i> March.*	Almêcega	Burseraceae
<i>Psidium</i> sp.*	Araçá	Myrtaceae
<i>Pyrenoglyphis maraja</i> Burret.*	Tucum	Palmae
<i>Swartia flaemingii</i> Raddi.	Jacarandá	Leguminosae



NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
<i>Symphonia globulifera</i> Linn.	Bulandi-de-leite	Guttiferae
<i>Tabebuia</i> sp.*	Pau-d'arco	Bignoniaceae
<i>Tabebuia</i> sp.*	Pau-d'arco-amarelo	Bignoniaceae
<i>Talisia</i> sp.	Pitomba	Sapindaceae
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	Anacardiaceae
<i>Turnera</i> sp.	?	Turneraceae

\* Espécies identificadas no campo pelo assistente Alberto Coelho Sarmento.

#### 4.1.3 — CONCEITUAÇÃO FITOGEOGRÁFICA

##### 4.1.3.1 — Glossário terminológico

Antes de situar a posição da Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL nos conceitos fitogeográficos das principais formações que compõem o Sistema Fisionômico-Ecológico Brasileiro (Zona Neotropical), torna-se necessário esclarecer alguns dos mais consagrados termos e expressões fitossociológicos que sofreram modificações através do tempo e do uso universal.

A maioria dos termos utilizados no presente relatório tem as suas histórias e as suas definições bem expostas no Dicionário de Botânica de Font-Quer (1970).

**Agreste** — É a faixa situada entre a área úmida florestal e a área semi-árida da Estepe (Caatinga).

**Agrupamento** — É um conjunto de plantas com a mesma fisionomia sem implicações associativas.

**Ambiente** — É um conjunto de fatores físicos que envolvem um sistema biológico, no caso uma vegetação.

**Áreas de Tensão Ecológica** — São faixas de contatos entre regiões ecológicas, onde se constatam uma mistura de espécies e, não raras vezes, endemismos que melhor identificam estas áreas, podendo coincidir sugestivamente com faixas de transição climática e com o contato de duas formações geológicas diferentes.

**Associação** — É um conjunto de plantas de estrutura uniforme, dependentes de seu caráter associativo. O termo tem implicações fitossociológicas detalhadas.

**Bioclima** — É o conjunto dos fatores de clima que tem influência sobre os seres vivos.

**Brejo de altitude** — É uma expressão regional utilizada para designar uma área úmida serrana, em geral florestal, isolada em ambientes subúmidos e semi-áridos.

**Clímax** — É o máximo biológico atingido por uma vegetação. No caso, cada região ecológica tem seu clímax característico.

**Comunidade** — É um conjunto homogêneo de plantas que ocupa uma área conhecida.

**Core** — É o centro da área de uma determinada região ecológica.

**Disjunção** — É uma associação separada (isolada) da sua região ecológica própria atual que, em tempos pretéritos, ocupou simultânea ou sucessivamente os espaços intermediários entre os locais do seu presente *habitat*.

**Formações fitogeográficas** — São áreas ocupadas por uma mesma fitofisionomia, indicando, sugestivamente, um potencial econômico uniforme.

**Mosaico** — Significa uma vegetação complexa, com um conjunto de formações misturadas, em geral resultante da semidevas-tação, onde permanecem tufo de plantas de crescimento variado, de acordo com a época e o tempo em que foram cortadas.

**Regiões fitoecológicas** — São áreas de uma determinada flora de formas de vida características, que se repetem sob um mesmo clima, ocorrendo, não necessariamente, em áreas de mesma história geológica.

**Scrub** — Termo que significa árvore raquitica, que ocorre nos tipos de vegetação com deficiências pedológicas e hídricas.

**Sertão** — É um termo regional utilizado para designar as áreas de maior aridez da Estepe (Caatinga).

**Subformações** — São conjuntos de plantas de fisionomia e estrutura uniformes, que ocupam uma determinada área, cujas formas de vida características tornam-se passíveis de serem individualizadas dentro de uma mesma formação.

##### 4.1.3.2 — Sistema fitogeográfico brasileiro

Apoiado em oito anos de pesquisas e estudos sobre levantamento de recursos naturais renováveis, através de sensoriamento remoto, imagens de RADAR, fotografias em infravermelho preto e branco e falsa cor por satélite (LANDSAT), nas mais variadas escalas, o corpo técnico da Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL (1978) elaborou um documento de uniformização da nomenclatura fisionômico-ecológica da vegetação brasileira. Neste documento são mostradas a metodologia utilizada e a conceituação do sistema fitogeográfico brasileiro, adaptadas à base cartográfica obtida através das imagens de RADAR, conciliando a nomenclatura brasileira às fisionomias intertropicais adotadas na América, África e Ásia pelos fitogeógrafos de reconhecido saber mundial: Beard (1955), Aubréville (1956), Trochain (1957), Ellenberg & Muller-Dombois (1965/66), Schnell (1970/71) e o grupo da UNESCO, liderado por Gaussen (1973).

Basicamente, dividiu-se o Nordeste em áreas territoriais, com dois tipos bioclimáticos.

Nesses tipos bioclimáticos, através do tempo, deu-se uma seleção de formas de vida adaptadas ecologicamente. No tipo ombrófilo a vida vegetal é caracterizada pela dominância das fanerófitas, sem proteção do broto foliar. No tipo estacional, a forma de vida vegetal é caracterizada pela co-dominância das fanerófitas com gema foliar protegida (fanerófitas xeromórfitas) e caméfitas, além das plantas herbáceas hemicriptófitas, geófitas e terófitas.

De acordo com esta nova nomenclatura, a divisão fitoecológica da Folha SA.24 Fortaleza abrange as Regiões da Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual, além das Áreas das Formações Pioneiras, de Tensão Ecológica e Antrópicas.

##### 4.1.3.2.1 — Região da Savana (Cerrado)

Segundo Veloso *et alii* (1975), o termo "Savana" foi utilizado pela primeira vez por Oviedo Y Valdez (1851), para designar os "llanos arbolados" da Venezuela. No entanto, só a partir de Humboldt (1806), é que o termo foi introduzido no vocabulário fitogeográfico. Drude (1889) referiu-se à Savana como sendo a "estepe tropical". Schimper (1903) chamou de "floresta de savanas" as formações gramíneas arborizadas intertropicais. Finalmente, De Martonne (1932), Lanjouw (1936), Beard (1953) e Trochain (1955) retomaram o termo Savana após longos anos sem uso pelos fitogeógrafos, definindo a Savana como sendo uma formação de fisionomia gramínea entremeadada de árvores isoladas.

Nos trabalhos realizados por Warming (1973), este a classifica como uma vegetação xerófila, devido a um longo período seco bem demarcado. Mais tarde a equipe de Ferri (*apud* Goodland, 1971), após estudos realizados, conclui que o Cerrado não é uma vegetação xérica, apesar de possuir características xeromórficas. Essas características são decorrentes de solos altamente lixiviados com carência de nutrientes, não sofrendo as plantas grandes defi-

ciências hídricas, como considerou Warming. Posteriormente Arens e Arens, Ferri e Coutinho (*apud* Goodland, 1971) propõem a hipótese de "Escleromorfismo Oligotrófico" para explicar a presença de caracteres xeromórficos na maioria das plantas do Cerrado brasileiro.

A Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL, tendo em vista o nível de abstração do mapeamento (fisionômico-ecológico) e baseando-se no conceito de Savana (Cerrado), reformulado por Veloso; Japiassu e Góes-Filho (1973) e Veloso *et alii* (1974 e 1975), considera-a como uma vegetação xeromórfica. Para isso levou-se em conta não só a sua constituição, com a predominância de formas biológicas fanerófitas xeromórficas, caméfitas, muitas graminóides hemicriptófitas e algumas poucas ervas geófitas, como também a sua instalação em superfícies arenosas variadas, lixiviadas e de baixa fertilidade.

Assim a Savana (Cerrado) foi definida como sendo uma vegetação xeromórfica com fisionomias diversas, de arbórea densa a gramineo-lenhosa. Sua vegetação lenhosa apresenta os brotos foliares bem protegidos, casca grossa e rugosa (corticosa), órgãos de reserva subterrâneos, providos de xilopódios, folhas desenvolvidas com estômatos permanentemente abertos, protegidos de pêlos. Apesar de possuir grande número de espécies, a Savana (Cerrado) nordestina apresenta nas suas fisionomias uma constância repetitiva de *Qualea* spp. (paus-terra), *Salvertia convallariodora* (colher-de-vaqueiro), *Parkia platycephala* (faveira), *Curatella americana* (sambaíba, lixeira), *Caryocar coriaceum* (pequi), *Stryphnodendron barbatimao* (barbatimão), *Anacardium humile* (cajuí), *Kielmeyera coriacea* (pau-santo) e outras.

Na Folha SA.24 Fortaleza, constataram-se na Região da Savana (Cerrado) as seguintes formações:

#### A) Savana Arbórea Densa (Cerradão)

Esta formação apresenta uma fisionomia constituída por árvores baixas (em torno de 10 m), densamente distribuídas e com esganhamento profuso; tapete graminóide em tufos, entremeado por *scrubs*.

#### B) Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)

É formada por árvores pequenas (em torno de 5 m), esparsamente distribuídas sobre contínuo estrato graminoso, de permeio com *scrubs*.

#### C) Savana Parque (Parque de Cerrado)

Fisionomia campestre entremeada de árvores geralmente anãs (*scrubs*) e de distribuição mais ou menos uniforme.

#### 4.1.3.2.2 — Região da Estepe (Caatinga)

O impacto do uso do termo Estepe será grande, como já discutiu exhaustivamente Kuhlmann (1974), que, em suas conclusões, faz considerações sobre o "mosaico de fisionomias vegetais" que diz pertencer ao "domínio ecológico da caatinga". Entretanto, chamá-la de "pseudo-estepe" é, para o entendimento fitogeográfico, tão ou mais impróprio que simplesmente "estepe", pois pseudo (falso), por si só, já invalida o emprego correto do termo. Assim sendo, dentre os objetivos do Projeto RADAMBRASIL figura a uniformização da linguagem fitogeográfica brasileira.

Montoya Maquim (1966), no seu magnífico trabalho "El acuerdo de Yangambi (1956), como base para una nomenclatura de tipos de vegetación en el tropico americano", faz uma crítica bastante fundamentada da nomenclatura regionalista, de suas incoerências e prováveis confusões, entendidas somente pelos técnicos do País onde foi utilizada, como por exemplo: "bosque chaqueño" (Morello & Toledo, 1959); "savana central" (Rizzini, 1963); "talar bonaerense" (Frenguelli, 1941); "caatinga nordestina" (Lima, 1960).

Foury (1972), ao empregar os termos "Caatinga", "Sertão", "Carrasco" e "Seridó", também deixa bem claro que "esta terminologia é imprópria..." e assim muitos outros autores que, para enumerá-los, seria desnecessário e enfadonho.

Outrossim, sem o propósito específico de uma classificação fitogeográfica, outros naturalistas que aqui estiveram insistiram em mostrar, nos estudos sobre o Nordeste, uma analogia ecológica entre a vegetação da "Caatinga" e outras já conhecidas, das zonas temperadas e tropicais.

Assim, Gardner (1975) diz que "as matas que os nativos chamavam de caatingas são quase todas decíduas, porque o calor e a seca lhes causam o mesmo efeito que o frio nas regiões do norte".

Mais recentemente, Maksoud (1964), referindo-se à vegetação da bacia do rio de Contas, na Bahia, observa que "as árvores e arbustos perdem as folhas durante o período da seca, a fim de diminuir a transpiração ao mínimo. Somente pouca matéria orgânica sobre o solo. A caatinga tem o aspecto de uma desolada paisagem hibernal desprovida de neve."

Partindo então da existência de uma classificação já estabelecida desde 1956, em Yangambi, para o continente africano, experimentada no Brasil (Aubréville, 1961) com resultados auspiciosos, o Projeto RADAMBRASIL encampou seus conhecimentos básicos, adaptando a nomenclatura que achou por bem modificar. Assim, a noção de região fitoecológica foi introduzida como o nível mais elevado da hierarquia fitogeográfica, que no caso da Estepe (Caatinga) funciona como sinônimo de "domínio botânico", por ter implicações florísticas rígidas, embora nas outras regiões fitoecológicas a florística venha sempre secundada pelo caráter fisionômico-ecológico que prevalece, como por exemplo: Região da Savana (Cerrado).

Assim, quando classificou-se a Região de Estepe (Caatinga), como fazendo parte das formações mistas florestais e graminóides, empregaram-se as linhas mestras da nomenclatura de Yangambi, embora não se tenha usado a mesma chave para a identificação das suas formações, sendo que os conceitos emitidos se aproximam, apenas variando o grau de intervenção humana nas formações dos dois continentes.

Compreende as formações xerófitas lenhosas decíduas, em geral espinhosas, entremeadas de plantas suculentas, com tapete herbáceo estacional. Tem como características dominantes as folhas pequenas, muitas vezes providas de espinhos e umas poucas plantas com órgãos de reserva subterrâneos (xilopódios).

Sua composição florística é heterogênea, mas apresenta um certo número de dominantes arbóreos típicos, que se repetem frequentemente, entre os quais: *Astronium urundeuva* (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* (braúna) e várias espécies dos gêneros *Aspidosperma*, *Caesalpineia*, *Mimosa* e *Piptadenia*. Das suculentas, destacam-se as cactáceas colunares dos gêneros *Cereus* e *Pilosocereus*.

Constataram-se, na área em estudo, as seguintes formações:

#### A) Estepe Arbórea Densa

Esta formação apresenta uma fisionomia constituída por árvores com altura média em torno de 8 a 10 m, densamente distribuídas. Um estrato de *scrubs* espinhosos perenes e outro herbáceo de plantas anuais.

#### B) Estepe Arbórea Aberta

Apresenta uma fisionomia constituída de pequenas árvores esparsamente distribuídas, entremeadas de plantas suculentas de alto porte, em formas de candelabro, com estrato herbáceo estacional entre *scrubs* perenes espinhosos. Esta formação, em geral, é consequência da intervenção humana, que degrada a vegetação lenhosa.

#### C) Estepe Parque (Parque de Caatinga)

Outra mudança na vegetação natural, feita pelas populações pós-Colombianas, talvez a mais radical, reside nos vales que foram

transformados em fisionomias de "parque antrópico", onde o estrato graminoso temporário está coberto espaçadamente pelas únicas árvores sempre verdes da Região da Estepe (Caatinga): *Copernicia cerifera* (carnaúba), *Zizyphus joazeiro* (juazeiro) e *Licania rigida* (oiticica).

A ação do homem na Região da Estepe (Caatinga) foi e continua sendo de transformação dos ecossistemas naturais em áreas degradadas, onde o ciclo das trocas energéticas próprias das áreas equilibradas (clímax) não é mais encontrado ou, então, existe em áreas cada vez menores e isoladas. O mau uso de seus recursos renováveis e as conseqüentes degradações do solo, com malversação dos recursos hídricos, provavelmente alteraram o ciclo energético do sistema ecológico natural (ecossistema), daí, atualmente, dominar a fisionomia arbórea anã de rebrotos (*scrubs*), imprópriamente denominada de "caatinga arbustiva". O corte nas árvores feito pela população praticamente de dois em dois anos, para retirada de lenha e limpeza do terreno para a prática agrícola, seleciona determinadas espécies; justamente aquelas que tinham a capacidade de sobreviver a partir da brotação ao nível do solo. Isto ocasionou uma uniformidade paisagística na área, quebrada apenas pela variação das formas de relevo, próprias das áreas pediplanadas, de onde sobressaem os Planaltos Residuais cobertos por refúgios florestais, testemunhos da última flutuação climática (úmida) da região, de provável idade pleistocênica. Problema semelhante existe na África (Schnell, 1970/71), onde as populações nativas exercem idêntica degradação na vegetação natural. É claro que essas transformações radicais só foram possíveis em vista da atual flutuação climática seca por que passam estas áreas continentais, refletindo-se na vegetação, através de formas ecológicas vicariantes, imprimindo assim a identidade fisionômico-ecológica que se encontra nas Estepes africana e brasileira.

#### 4.1.3.2.3 — Região da Floresta Ombrófila Aberta

Veloso *et alii* (1975), em revisão bibliográfica sobre o conceito de Floresta Aberta, citam Burtt-Davy (1938), que a considera "como uma fisionomia que se repete em vários tipos de formação"; mostra que Trochain (1955) e Aubréville (1956) não utilizam o termo aberta; posteriormente, a UNESCO (1973) generaliza o termo *Woodland Forest* para designar as formações que apresentam essa fisionomia — aberta sempre verde, decidual e xeromórfica —, agrupando assim três formações ecologicamente diferentes em uma mesma região.

Para a equipe da Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRA-SIL, a Floresta Ombrófila Aberta, no conceito fisionômico-ecológico, é uma feição florestal, composta de árvores, muitas palmeiras e sinúsia arbustiva densa, o que reflete condições climáticas muito especiais. Na Folha SA.24 Fortaleza, a formação montana deste tipo florestal ocorre com palmeiras, caracterizada por densos agrupamentos de *Orbignya* sp. (babaçu).

#### 4.1.3.2.4 — Região da Floresta Estacional Semidecidual

O conceito de Floresta Estacional Semidecidual é de Schimper (1903), que a denominou de "floresta das monções". Apresenta uma estrutura caracterizada pela estacionalidade da folhagem de suas árvores mais altas, embora na sua maioria elas apresentem folhagem sempre-verde, juntamente com os arbustos e arvoretas da submata. A maioria de seus elementos lenhosos tem as gemas foliares protegidas contra a seca pronunciada (escamas e pêlos), e as folhas adultas são esclerófitas, ou então membranáceas decíduais. Seus troncos apresentam conicidade acentuada e casca grossa rugosa.

Na Folha em questão, a Floresta Estacional Semidecidual, atualmente representada por uma vegetação secundária, reveste parte dos Planaltos Residuais e Planalto da Ibiapaba (formação submontana), bem como os terrenos terciários da Bacia Piauí—Maranhão (formação das terras baixas). É constante a presença de palmeiras em ambas as formações, caracterizando a subforma-

ção, dominando nos Planaltos Residuais, o catolé (*Syagrus* sp.), enquanto que na Bacia Piauí—Maranhão tem-se a dominância do babaçu (*Orbignya* sp.).

#### 4.1.3.2.5 — Áreas das Formações Pioneiras

No mapeamento realizado, observaram-se as áreas marinhas e fluviomarinhas cobertas pelos diferentes estágios serais da vegetação. Estas áreas, pedologicamente instáveis pela constante sedimentação do terreno e deposição aluvial e/ou marítima, foram denominadas Áreas das Formações Pioneiras.

Esta designação para as comunidades serais de influência aluvial e/ou marítima prendeu-se exclusivamente a uma tentativa de substituir um conceito edáfico zonal pelo de vegetação de primeira ocupaçãoazonal, dos domínios florísticos que envolvem estas áreas pioneiras ainda dependentes de fatores ecológicos bastante variáveis.

Então, todas as Formações situadas ao longo dos cursos de água e ao redor dos lagos sobre os terrenos aluviais em formação, e das praias, dunas e áreas salobras das desembocaduras dos rios e dos lagos, das regiões semi-áridas, são constituídas de vegetação de primeira ocupação.

Essas comunidades serais são encontradas desde herbáceas campestres até arbóreas florestais, como por exemplo o manguezal; evidentemente, elas são dependentes das condições de adaptabilidade das espécies e da dispersão das sementes através dos rios e grandes animais (no caso das palmeiras e outras com frutos pesados), dos ventos e dos pássaros (no caso dos frutos alados e sementes farinosas).

Assim sendo, as chamadas Áreas das Formações Pioneiras são ambientes dependentes da sedimentação do terreno pela deposição aluvial e/ou marítima e as oportunidades ecológicas no transporte das sementes.

##### A) "Restinga"

Caracterizada por plantas de primeira ocupação (pioneira), ocorre com três diferentes fisionomias: Arbórea, Arbustiva (*Scrubs*) e Herbácea. São exclusivas das áreas de influência marinha, revestindo praias, dunas e, excepcionalmente, terrenos do Grupo Barreiras.

##### B) Mangue

Comunidade seral arbórea, com grande poder de regeneração, exclusiva de ambientes salobres. Acompanha os cursos dos rios, instalando-se nas áreas que sofrem a influência das marés.

#### 4.1.3.2.6 — Áreas de Tensão Ecológica

Nas áreas de transição climática (muitas vezes coincidentes com o contato de duas formações geológicas diferentes), existe uma faixa de tensão entre domínios florísticos que se contactam, onde se constata uma mistura de espécies e, não raras vezes, endemismos que melhor identificam estas áreas.

Assim, as Áreas de Tensão Ecológica são mapeadas quando os domínios florísticos são integrados de formas fisionomicamente diferentes, como os contatos registrados na Folha SA.24 Fortaleza: Savana/Estepe; Savana/Floresta Estacional; Savana/Estepe/Floresta Estacional; Savana/"Restinga"; Estepe/Floresta Estacional; e Floresta Estacional/"Restinga".

Esses contatos (no caso do mapeamento com imagens de radar) são quase sempre delineados pelos enclaves dos domínios fisionômicos, pois no caso de mistura de espécies, só é possível delimitá-la pela posição topográfica que ocupa.

#### 4.1.4 — ESTUDO FISIONÔMICO-ECOLÓGICO

##### 4.1.4.1 — Súmula histórica

O levantamento bibliográfico efetuado para a Folha SA.24 Fortaleza revelou a existência de diversos trabalhos que tratam especifi-

camente da vegetação da área mapeada, bem como de inúmeros estudos desenvolvidos em âmbito regional no Nordeste. Desses, coligiram-se somente aqueles que fazem referências aos Estados do Ceará, Maranhão e Piauí.

Provavelmente encontra-se na "Relação do Ceará", escrita por Martim Soares por volta de 1620, a mais antiga referência à vegetação do litoral, onde apontaram piratas em busca de "... muito pau a que os índios chamam *Uburaguatiara*... pau de tinta amarela a que chamam *tatajuba* como outra madeira preta de muito valor".

Marcgraf (1637/1640 *apud* Luetzelburg, 1922) visita o litoral do Ceará e Maranhão, e é através da sua *Historeae Plantarum* (1648) que a carnaúba torna-se conhecida para a ciência.

Na primeira metade do século XIX têm início realmente as pesquisas botânicas no Nordeste: Silva Feijó (1814/1815) (*apud* Luetzelburg, 1922) percorre parte do Ceará, dedicando-se ao estudo de plantas medicinais. Segue-se Martius (1819), que visita o sul do Ceará.

Em 1820, Frei Francisco de Nossa Senhora dos Prazeres (*apud* Viveiros, 1943) faz as primeiras referências ao babaçu do Maranhão, embora tenha sido Martius o primeiro a fazer sua descrição.

Ayres de Casal (1833), quando se refere à "Phytologia" das regiões que percorreu, menciona, para o Ceará, a ocorrência de carnaúba, oiticica e imbuzeiro; para o Piauí, a carnaúba e a piaçaba; e para o Maranhão, além de coqueiros asiáticos ao longo das praias, outras espécies como aroeira, araribá, barbatimão, cacauzeiro, carnaúba, copaiba e umbuzeiro.

Gardner (1975) traz observações mais detalhadas da flora semi-árida do interior do Ceará e Piauí, referindo-se também à vegetação litorânea da foz do Jaguaribe, bem como à das proximidades de Alcântara e São Luís, no Maranhão.

Organizada para efetuar estudos de reconhecimento no Ceará, a "Comissão Científica de Exploração" (1859/1861) (*apud* Studart, 1924) tem, em Francisco Allemão Cysneiro e Manoel Freire Allemão Sobrinho, os relatores das pesquisas botânicas. Juntos percorrem as serras de Uruburetama, Grande, Ubajara, Meruoca, Pacatuba, Maranguape e Aratanha, que se revestem "... de vegetação sempre verde, apresentam bellos e frondosos specimens da flora tropical, como o pao d'arco, a massaranduba, o angico, o jacarandá, o coração de negro, o angelim...". Outrossim, descrevem também a vegetação do litoral, das dunas e areias movediças e do sertão, com abundância de detalhes sobre a sua fisionomia e espécies características.

De 1869 a 1870, Barboza Rodrigues visita diversas regiões do Ceará, contribuindo sobremaneira para o conhecimento botânico do Estado.

Entretanto, cabem a Huber (1897) (*apud* Braga, 1951) as primeiras notícias sobre as pteridófitas do Ceará, coletadas em trabalhos realizados na serra de Baturité e arredores das cidades de Fortaleza, Baturité e Quixadá.

Rocha (1946) continua o estudo das pteridófitas nas serras de Baturité e Maranguape, trazendo novas contribuições à flora cearense.

Luetzelburg, entre 1912 e 1914, empreende duas viagens ao Piauí, percorrendo principalmente o sul do Estado. Entre 1918 e 1921, percorre o litoral e o interior do Ceará. Sua obra traz observações pormenorizadas sobre a vegetação e a florística das áreas percorridas.

Studart (1924), estudioso da Geografia do Ceará, divide o Estado em três zonas florísticas: litoral, sertão e serras, considerando a sua flora semelhante à dos Estados vizinhos.

Löfgren (1923 a e b) empreende viagem através do Ceará, com o objetivo de determinar "a verdadeira natureza das "caatingas" daquele Estado". Visita o litoral, as serras e o sertão, herborizando grande número de espécies e faz observações detalhadas sobre a fitogeografia da região.

Outras informações sobre a área são encontradas em Abreu (1919), Viveiros (1943), Sampaio (1945), Rocha (1946), Braga (1951/1960), Fialho (1953) e Fróis (1953).

Estudos mais completos são os de Ducke (1959), pois além da descrição detalhada das áreas visitadas, o autor estabelece uma série de correlações entre a flora cearense e a de outras regiões do País, registrando seus aspectos endêmicos e vicariantes. Coletou inúmeras espécies, das quais dá a classificação, sinonímia e área de ocorrência.

Veloso (1964), quando faz a compartimentação de "grande região" em áreas de vegetação fisionomicamente distintas, analisa-as dentro do conceito de formação, posicionando-as em função do relevo. Ao relacionar as espécies características, apresenta sua distribuição e correspondência com outras regiões do Brasil.

Parente (1966) relaciona, para o Ceará, as principais plantas de valor econômico, entre têxteis e produtoras de madeira. Em trabalho mais recente, Parente & Queirós (1970) registram as principais espécies florestais que ocorrem nas serras cearenses.

Strang (1970), no seu estudo sobre o "Panorama da Botânica Brasileira", quando trata da vegetação do Nordeste, destaca os aspectos *sui generis* que assumem determinadas serras do Ceará (Meruoca, Rosário, Uruburetama, etc.), que "se constituem em verdadeiras ilhas de vegetação florestal no meio da caatinga".

Góes-Filho *et alii* (1973), no mapeamento fitogeográfico da porção ocidental da Folha SA.24 Fortaleza, identificam as Regiões da Savana (Cerrado), Estepe (Caatinga), Áreas das Formações Pioneiras e Floresta Secundária. Indicam para cada uma as espécies características, com suas formas biológicas.

4.1.4.2 — Chave de classificação fisionômico-ecológica na escala 1:1.000.000.

4.1.4.2.1 — Mapeamento fitogeográfico

O mapeamento da vegetação, efetuado pelo Projeto RADAM-BRASIL, se processa a nível fisionômico de formação, conforme o conceito de Grisebach (1872), modificado por Ellenberg & Mueller-Dombois (1965/66), que, ao conceito clássico, adaptou o peso fisionômico-ecológico das formas de vida, subdividindo-a de acordo com uma ordem hierárquica aceita e ligeiramente alterada pela Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL. Assim, na Folha SA.24 Fortaleza, tem-se a seguinte seqüência natural no sistema das formações:

CLASSE DE FORMAÇÃO	GRUPO DE FORMAÇÃO	FORMAÇÃO
Savana	Tropical	Arbórea Densa Arbórea Aberta Parque
Estepe	Tropical	Arbórea Densa Arbórea Aberta Parque
Floresta Ombrófila Aberta	Tropical	Montana
Floresta Estacional Semidecidual	Tropical	Terras Baixas Submontana

Os Sistemas Ecológicos da Vegetação Brasileira, definidos pela equipe técnica da Divisão de Vegetação do RADAMBRASIL, são apresentados por uma chave de classificação dicotômica e aberta. Dicotômica porque cada formação é representada apenas por duas subformações e aberta para permitir o acréscimo de novas fitofisionomias na medida em que progredir o mapeamento.

Assim, a partir deste relatório, a chave foi organizada com uma letra inicial maiúscula que corresponde à região fitoecológica, seguida de uma ou mais letras que definem as formações e subformações.

Nas Áreas de Tensão Ecológica, caracterizadas por encaves e ecotonos, adotou-se o seguinte sistema: a mistura é figurada pelas iniciais de cada região; o encrave é representado por uma fração, em que o numerador é figurado pelas iniciais de cada região, acrescidas da letra c. O denominador é representado pelas letras correspondentes às subformações.



Partindo-se da interpretação na escala de 1:250.000, após terem as dúvidas sido suprimidas, processa-se a fase de sucessivas reduções, atingindo então a escala final de mapeamento, ou seja, 1:1.000.000. Em seqüência, elaboram-se a montagem em base cartográfica (*blue-line*), pela Divisão de Cartografia do Projeto RADAMBRASIL, o que permitirá a confecção dos mapas básicos de formação e subformação, baseados nos domínios fitofisionômicos. Após a conclusão desta etapa, faz-se a associação dos mapas básicos, obtendo-se assim o mapa fitogeográfico a ser publicado.

No mapa elaborado com esta metodologia, as formações constitutivas das diferentes regiões fitoecológicas identificam-se pelas nuances da cor-padrão de cada região, enquanto que as subformações são representadas por ornamentos e letras-símbolos. As Áreas de Tensão Ecológica-ecotono destacam-se por uma coloração distinta das encontradas nas regiões que se contatam, prevalecendo no encrave a cor da formação dominante.

Nas Áreas Antrópicas, a utilização atual do solo (culturas) é representada por ornamentos e a cor mostra a região fitoecológica em que as mesmas estão incluídas.

#### 4.1.4.2.2 — Legenda

A) Regiões fitoecológicas	
I. Savana (Cerrado)	
a) Arbórea Densa	Sd
b) Arbórea Aberta	
1. Sem floresta-de-galeria	Sas
c) Parque	
1. Sem floresta-de-galeria	Sps
II. Estepe (Caatinga)	
a) Arbórea Densa	
1. Sem palmeira	Eds
2. Com palmeira	Edp
b) Arbórea Aberta	
1. Sem palmeira	Eas
2. Com palmeira	Eap
c) Parque	
1. Sem palmeira	Eps
2. Com palmeira	Epp
B) Áreas das Formações Pioneiras	
I. "Restinga"	
a) Arbórea	Pma
b) Arbustiva	Pmb
c) Herbácea	Pmr
II. Mangue	
a) Arbóreo	Pfm
C) Áreas de Tensão Ecológica	
I. Contatos	
a) Savana/Estepe	
1. Ecotono	SE
2. Encrave	Subformação dominante
b) Savana/Floresta Estacional	
1. Ecotono	SN
2. Encrave	Subformação dominante
c) Estepe/Floresta Estacional	
1. Ecotono	EN
2. Encrave	Subformação dominante
d) Savana/Estepe/Floresta Estacional	
1. Ecotono	SEN
e) Savana/"Restinga"	
1. Ecotono	SP
f) Floresta Estacional/"Restinga"	
1. Ecotono	NP

#### D) Áreas com influência antrópica

I. Vegetação Secundária	
a) Sem palmeira	Vss
b) Com palmeira	Vsp
II. Agropecuária	
a) Agricultura	Ac
E) Refúgio Ecológico	
I. Montano	
a) Herbáceo	rmh

#### 4.1.4.3 — Zonação geobotânica

A fitogeografia da Folha SA.24 Fortaleza foi aqui esquematizada em dois perfis geobotânicos, divididos em cinco fluxogramas demonstrativos da zonação regional das formações naturais, atualmente com características antrópicas.

##### 4.1.4.3.1 — Zonação das formações na Região de Estepe (Caatinga)

É a classe de formação (região fitoecológica) de maior dispersão na área da Folha; distribui-se geralmente sobre duas formas de relevo: na extensa superfície pediplanada nordestina e na grande superfície planáltica da serra da Ibiapaba (Fig. 4.6).

Na primeira zonação (Superfície Sertaneja), abrangendo o embasamento pré-cambriano pediplanado e as áreas areníticas do Grupo Barreiras também pediplanadas, a cobertura vegetal foi bastante alterada, apresentando às vezes agrupamentos isolados, aparentemente conservados. Na segunda zonação (Planalto da Ibiapaba), abrangendo particularmente um terreno arenítico paleozóico, as formações vegetais também já alteradas, vez por outra, apresentam "núcleos" secundários em maior estágio de evolução, aparentemente equilibrados.

Estas formações estão ligadas a outras constituindo as Áreas de Tensão Ecológica. Assim, o contato da Região da Estepe com a Savana e a mistura de elementos florestais com os estépicos formam faixas de intrincados mosaicos de formações, algumas vezes indeterminados.

##### 4.1.4.3.2 — Zonação das formações na Região da Savana (Cerrado)

Esta classe de formação apresenta-se em agrupamentos isolados, revestindo a Superfície Sertaneja, e em comunidades contínuas ao grande Planalto do Centro-Oeste Brasileiro, na Bacia do Maranhão—Piauí (Fig. 4.7).

Na Superfície Sertaneja, a zonação da Savana apresenta-se como uma formação ecológica disjunta do seu "centro de dispersão". Essa formação, sobre "ilhas" do embasamento pré-cambriano, isoladas inicialmente pela sedimentação dos arenitos do Grupo Barreiras, encontra-se atualmente em mistura com elementos pioneiros das áreas de acumulação arenosas eólicas marinhas, que circundam essas "ilhas".

Na superfície arenítica do Planalto da Ibiapaba, encontram-se formações que conservam determinadas características de equilíbrio (clímax); no entanto, o comum são formações alteradas pelo fogo anual (disclímax). Nestas áreas, a Savana é encontrada também em faixas de Tensão Ecológica: uma em mistura com elementos florestais (ecotono) e outra constituindo encraves com a Estepe que, às vezes, se encontra misturada a raros indivíduos arbóreos da Savana.

##### 4.1.4.3.3 — Zonação das formações na Região da Floresta Ombrófila Aberta

É um tipo de vegetação que, na Folha SA.24 Fortaleza, restringe-se às condições climáticas das altas serras com constante nevoeiro carregado de umidade que, em face das baixas temperaturas, for-

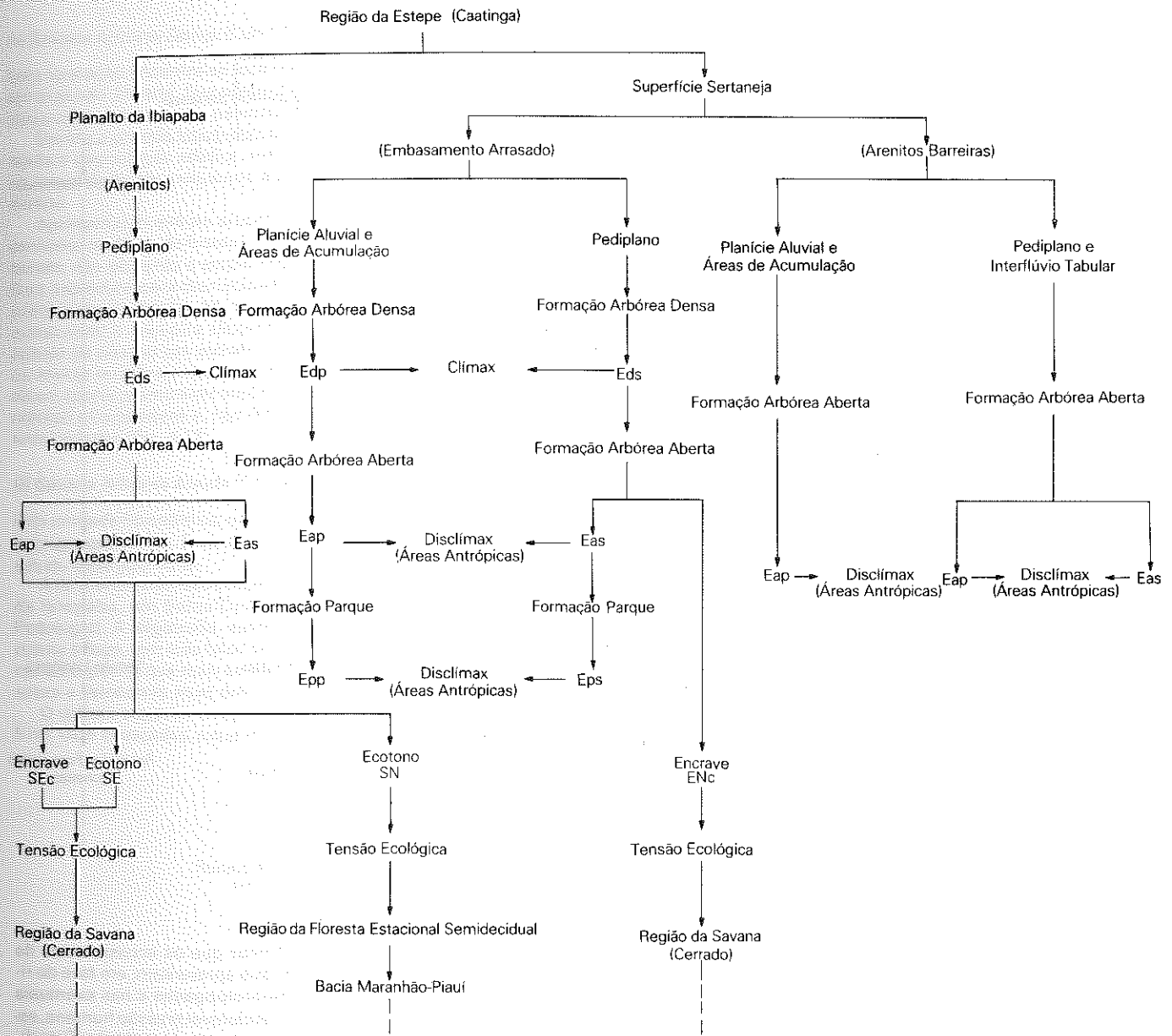


Fig.4.6 - Zonação Geobotânica da Região da Estepe (Caatinga).

com uma fina neblina durante a noite até o nascer do sol. Esta "precipitação oculta" faz com que o ambiente ecológico da área, mesmo durante os meses secos, funcione como ombrófilo. Daí existir em restritas áreas nordestinas uma disjunção de espécies florestais amazônicas que sobrevivem através de seus ecotipos adaptados ao refúgio climático (Fig. 4.8).

Na face virada para o mar, nas altas serras residuais (Uruburetama e Meruoca) e no cimo do Planalto da Ibiapaba, existe atualmente uma floresta secundária de palmeiras, pertencente à Região da Floresta Ombrófila Aberta. O babaçu (*Orbignya* sp.) é a espécie mais numerosa desses agrupamentos secundários, provavelmente ampliados pela ação humana, através do uso do fogo como prática agrícola rotineira.

Além disso, existe em áreas litólicas do Planalto da Ibiapaba uma comunidade relíquia, imposta por condição ambiental rupícola de altitude, onde sobrevivem *Vellozia* e outros gêneros cosmopolitas.

#### 4.1.4.3.4 — Zonação das formações na Região da Floresta Estacional Semidecidual

Essas formações, na área em estudo, ocorrem como disjunções ecológicas que se apresentam em comunidades secundárias. Suas situações desfavoráveis, a curto prazo, tornam os terrenos íngremes antieconômicos para o uso agrícola, embora eles sejam privilegiados quanto à umidade que o relevo residual dispõe no contexto da área circundante (Fig. 4.9).

Os Planaltos Residuais, que se destacam do pediplano nordestino (Maranguape, Uruburetama e Meruoca), encontram-se cobertos por remanescentes florestais, intercalados por uma bananicultura incipiente, mas rendosa pelo crescente consumo. Já na área da Bacia Sedimentar do Maranhão—Piauí, a Floresta Estacional apresenta-se com menor intervenção humana, tanto na encosta íngreme do Planalto da Ibiapaba como nos tabuleiros terciários situados ao longo do rio Parnaíba. Estas duas últimas disjunções flo-

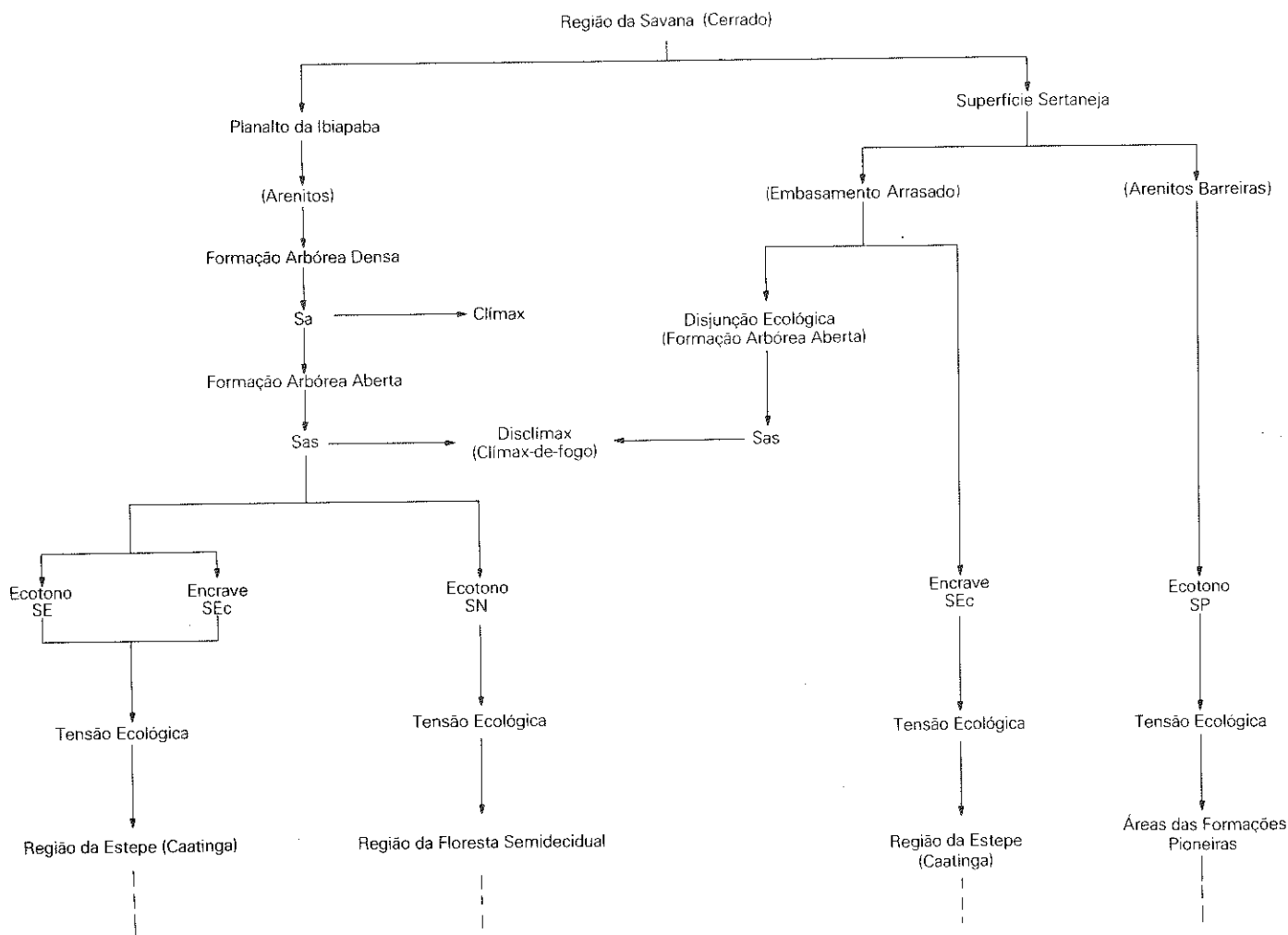


Fig.4.7 - Zonação Geobotânica da Região da Savana (Cerrado).

rísticas têm ligações em mosaico com as Regiões da Estepe (Caatinga) e da Savana (Cerrado).

Nas proximidades com o mar, as espécies florestais das encostas da serra da Ibiapaba misturam-se com espécies pioneiras das dunas e com umas poucas árvores da Savana.

#### 4.1.4.3.5 — Zonação nas Áreas Pioneiras de Influência Marinha

Estas áreas com plantas de primeira ocupação (pioneiras), estabelecidas nas praias (areias marinhas), nas dunas (areias marinhas eólicas) e nos mangües (acumulações fluviomarinhas), apresentam uma seriação sucessional perfeita, talvez a única que responde rigorosamente à zonação ecológica em tão curto espaço de tempo (Dansereau, 1948). As espécies pioneiras das dunas próximas ao mar, com a fisionomia de *scrubs*, assim que passam a ocupar as dunas fixas, sobre as áreas sedimentares do Grupo Barreiras, ficam mais vigorosas (arvoretas) e apresentam-se misturadas com elementos florestais e da Savana (Fig. 4.10).

#### 4.1.4.3.6 — Conclusão

Os dois perfis traçados de cortes longitudinais realizados na Folha SA.24 Fortaleza mostram, auxiliados pelos fluxogramas demonstrativos das formações de cada tipo de vegetação regional, a complexidade da área mapeada. Ela apresenta atualmente uma ação humana tão intensa que é difícil localizar um agrupamento natural

conservado. Pode-se, mesmo, afirmar que os ecossistemas da área estudada, além da fragilidade que apresentam, em face do rigor climático externado nas secas prolongadas e nas eventuais chuvas torrenciais, acrescido da considerável pressão humana, estão, no presente momento, parcialmente em degradação. Esta diminuição drástica da biomassa primária desequilibra a transformação energética da vegetação regional.

#### 4.1.4.4 — Regiões fitoecológicas

##### 4.1.4.4.1 — Região da Savana (Cerrado)

Esta região foi determinada na Folha ocupando uma área de 483 km<sup>2</sup>. Reveste as superfícies pediplanadas do Planalto da Ibiapaba, pertencentes à Formação Cabeças, bem como os interflúvios tabulares do Grupo Barreiras, onde aflora o Pré-Cambriano (vide 1 — Geologia e 2 — Geomorfologia). Fatores climáticos, aliados aos pedológicos e à fisionomia ecológica da vegetação, possibilitaram o delineamento das Formações Arbórea Densa (Cerradão) e Arbórea Aberta (Campo Cerrado).

Na área em estudo, observou-se a ocorrência destas formações constituindo grupamentos puros e contatos (ecotono e enclave) com a Floresta e a Estepe. Os grupamentos que revestem os arenitos da Formação Cabeças encontram-se circundados por Áreas de Tensão Ecológica (Savana/Floresta e Savana/Estepe/Floresta), enquanto que, no Grupo Barreiras, são circundados pela "Restinga" e a Estepe (Fig. 4.11).

### A) Savana Arbórea Densa (Cerradão)

Esta formação encontra-se localizada na parte sudoeste da Folha, abrangendo 324 km<sup>2</sup>. Sua presença se faz notar nas superfícies pediplanadas, em terrenos paleozóicos.

Devido à grande interferência humana existente na área, associada à degradação edáfica, esta unidade fisionômica apresenta-se intercalada por pequenos agrupamentos de Savana Arbórea Aberta.

Apresenta um estrato arbóreo constituído por árvores variando em torno de 10 m, de fustes linheiros, cujas copas praticamente se tocam, não obstante o amplo espaçamento existente entre elas. Das espécies características destacam-se: faveira (*Parkia platycephala*), jatobá (*Hymenaea stignocarpa*), piqui (*Caryocar coriaceum*) e sucupira (*Bowdichia virgilioides*). Esta formação, apesar de possuir um estrato arbóreo denso, permite uma maior ou menor incidência da luz solar, acarretando o desenvolvimento de um tapete graminóide contínuo ou em tufos, composto por Gramineae e Cyperaceae e, não raras vezes, entremeados por plantas anãs (*scrubs*) (Fig. 4.12).

### B) Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)

Esta unidade fisionômica, com 159 km<sup>2</sup>, distribui-se em duas áreas geológicas distintas. Para efeito de melhor entendimento, far-se-á o estudo separadamente.

A de menor extensão ocupa os arenitos paleozóicos do Planalto da Ibiapaba, em Solos Concrecionários distróficos (vide 3 — Pedologia). A oligotrofia, associada à ação do homem, principalmente o fogo, tem sido fator de degradação da vegetação, selecionando espécies que mais se adaptam a essas condições, influiuindo sobre a fisionomia atual dos ambientes.

O estrato superior é formado de árvores baixas (em torno de 5 m), bem espaçadas, cujas copas não se tocam. Apresenta maior

número de formas xeromórficas que a Arbórea Densa, com folhas coriáceas, raízes tuberosas (xilopódios), troncos tortuosos providos de casca grossa e esgalhamento a baixa altura (Est. 4.I A e B).

A composição florística desta formação revela semelhança com a anterior, variando apenas no que diz respeito à dominância de espécies. Entre elas destacam-se: capitão-do-campo (*Kielmeyera* sp.), sambaíba (*Curatella americana*), paus-terra (*Qualea* spp.), violeta (*Dalbergia* sp.), paraíba (*Simaruba* sp.) e piqui (*Caryocar* sp.).

O estrato herbáceo, devido à grande incidência de luz apresenta uma cobertura uniforme. É formado, na sua maioria, por plantas hemiptófitas, principalmente Gramineae e Cyperaceae (Fig. 4.12).

A segunda área em estudo, coberta pela Savana Arbórea Aberta, ocupa os afloramentos de quartzitos ferríferos do Pré-Cambriano, em meio ao Grupo Barreiras.

Esta formação, encontrada na Região Fitoecológica da Estepe (Caatinga), representa uma disjunção ecológica. Essa afirmação torna-se reforçada pelos estudos efetuados por Ab'Sáber (1963), concluindo o autor que "As "ilhas" de vegetação exóticas encontradas dentro das áreas core dos diferentes domínios morfoclimáticos e geobotânicos só podem ser explicadas pela existência local de fatores de exceção, de ordem litológica, hidrológica, topográfica e paleobotânica".

Recentemente, Veloso *et alii* (1975), apresentando discussões, comparações e hipóteses sobre a Savana brasileira, concluíram, após revisão bibliográfica, "... que as Savanas Sul-Americanas são climáticas embora o fato não invalide as correlações que foram feitas entre oligotrofismo e Savana...".

Provavelmente a origem desta disjunção deve-se às flutuações climáticas ocorridas no Quaternário, criando espaços mais lixiviados que foram ocupados pela Savana (Cerrado), proveniente do Planalto Central. O atual período, mais seco, por que passa o Nor-

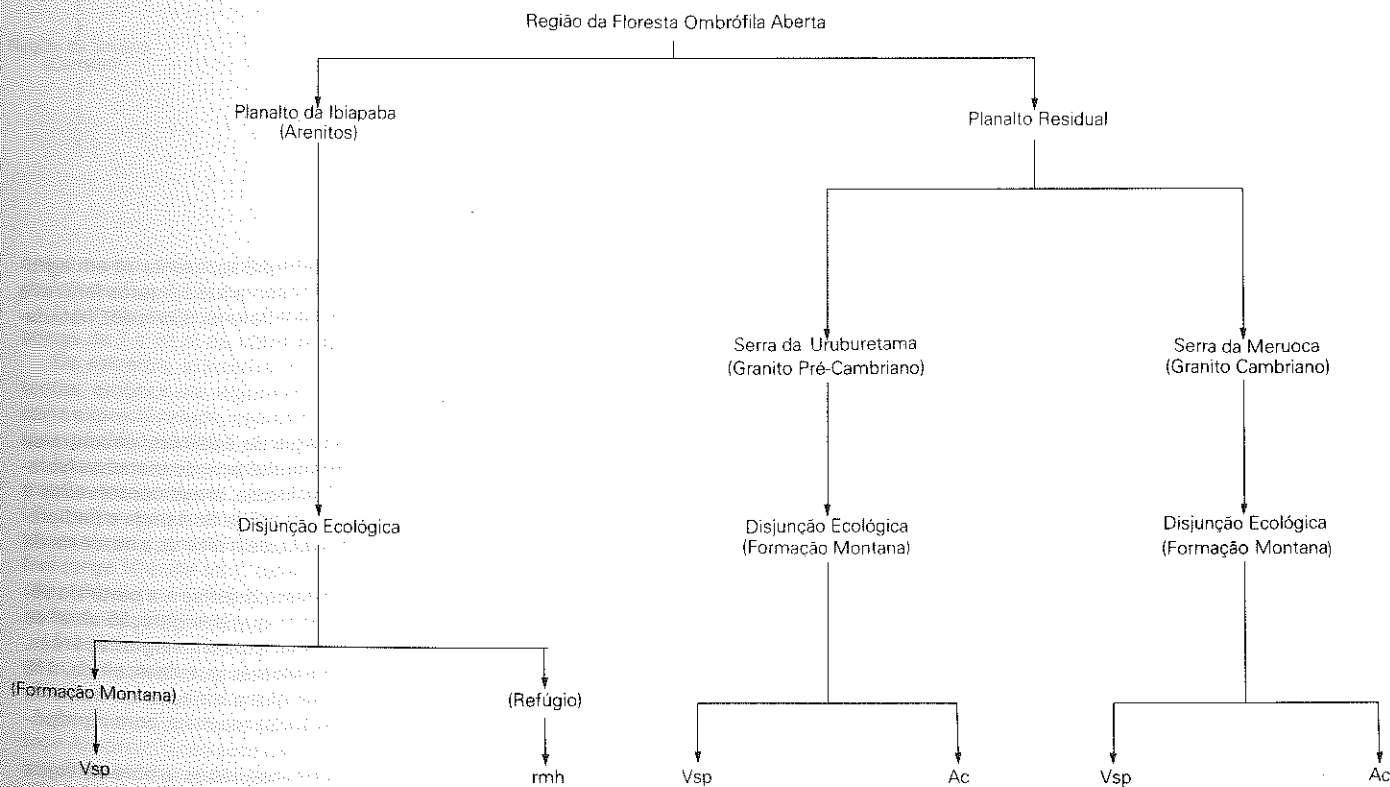


Fig. 4.8 - Zonagem Geobotânica da Região da Floresta Ombrófila Aberta



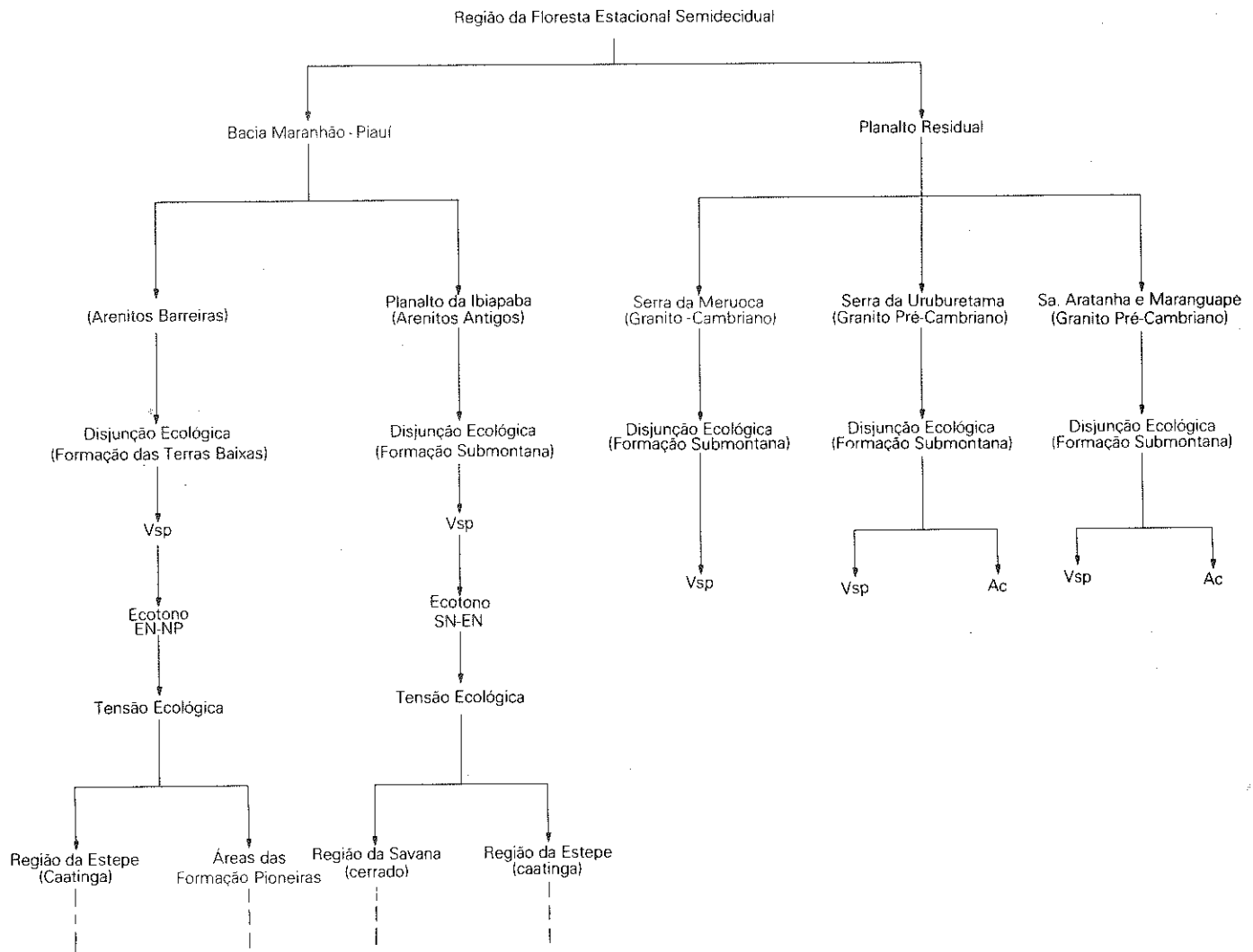


Fig. 4.9 - Zonação Geobotânica da Região da Floresta Estacional Semidecidual.

deste, obrigou a retração da Savana para a sua área *core*. Entretanto, algumas "ilhas" deste tipo de vegetação permaneceram nos locais de condições ecológicas especiais. As demais áreas, pertencentes ao Grupo Barreiras, são caracterizadas pela Estepe e Vegetação Pioneira.

A Savana Arbórea Aberta delineada nesta área tem sua fisionomia bastante alterada, em face da grande atuação humana. Entre as espécies que compõem o estrato arbóreo destacam-se: murici (*Byrsonima* sp.), faveira (*Parkia platycephala*), sambaíba (*Curatella americana*), pau-terra (*Qualea parviflora*) e azeitona (*Hirtella americana*). O estrato herbáceo apresenta uma cobertura uniforme, composto na sua maioria de espécies hemicriptófitas, pertencentes às famílias Gramineae e Cyperaceae.

#### 4.1.4.4.2 — Região da Estepe (Caatinga)

Abrangendo uma superfície de 26.899 km<sup>2</sup>, reveste a maior parte da Folha em questão. Sua distribuição dá-se em áreas conservadas, dissecadas e de acumulação, ocupando desde os terrenos do Quaternário Recente ao Pré-Cambriano (vide 1 — Geologia), demonstrando assim ser uma vegetação climática.

A análise dos fatores ecológicos associados à fitofisionomia permitiu a separação das seguintes formações: Estepe Arbórea Densa, Estepe Arbórea Aberta e Estepe Parque.

De um modo geral a Estepe (Caatinga) apresenta-se em agrupamentos puros; entretanto, foram observados contatos (enclave e ecotono) com a Floresta Estacional e a Savana (Cerrado), notadamente no Planalto da Ibiapaba (Fig. 4.11).

#### A) Estepe Arbórea Densa

Esta unidade fisionômica com uma área de 2.269 km<sup>2</sup> encontra-se distribuída por toda a Folha, formando atualmente manchas isoladas. Recobre parte dos Planaltos Residuais, áreas conservadas e dissecadas em cristas e colinas da Superfície Sertaneja e pediplanada do Planalto da Ibiapaba, localizada, esta última, a noroeste da Folha.

A ação humana, iniciada no Nordeste brasileiro a partir do século XVI, contribuiu sobremaneira para que a vegetação atual se tornasse praticamente descaracterizada. Somente algumas áreas, impróprias às atividades agrícolas e pastoris, guardam, ainda, a fisionomia Arbórea Densa. Ressalta-se que a atuação do homem, nestas áreas, restringe-se à exploração de madeira, com o propósito de atendimento local.

Esta formação é caracterizada por indivíduos arbóreos, cujas copas se tocam, não permitindo uma perfeita visualização dos estratos inferiores, embora na época seca, estes estratos, assim

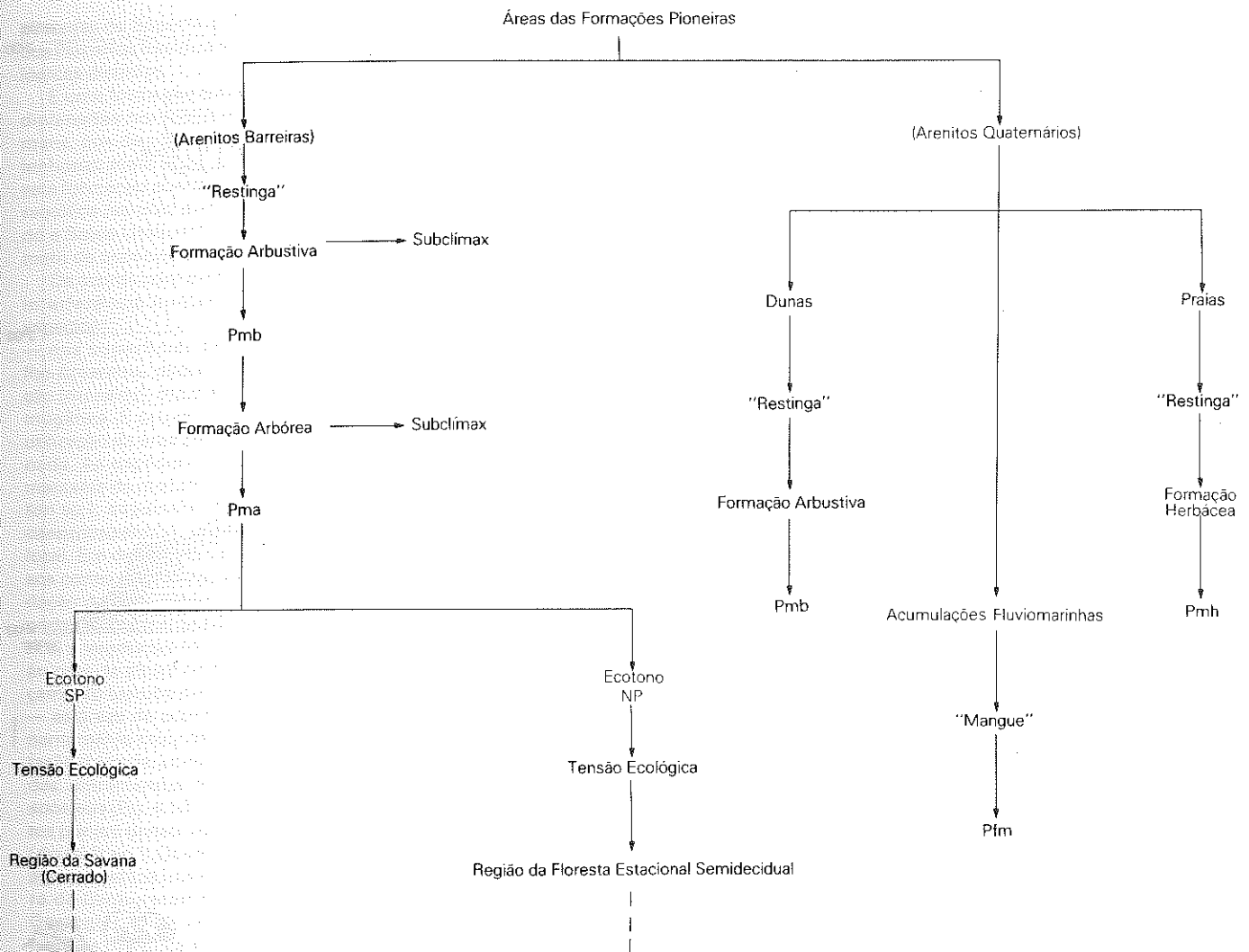


Fig. 4.10 - Zonação Geobotânica das Áreas das Formações Pioneiras.

como o solo, sejam observáveis através dos galhos desprovidos de folhas (Fig. 4.13).

O estrato superior, constituído de árvores com fustes lineares, atinge de 7 a 10 m de altura, cobrindo de 60 a 80% do solo.

Os estratos, arbustivo e herbáceo, são praticamente inexistentes, embora em algumas áreas as Bromeliaceae tenham uma certa expressividade, representada pela macambira (*Bromelia* sp.) e caroá (*Neoglaziovia variegata*).

Entre as espécies arbóreas comumente encontradas nesta formação destacam-se: pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia* sp.), angico (*Piptadenia* sp.), aroeira (*Astronium urundeuva*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), pau-branco (*Auxemma oncocalyx*), frei-jorge (*Cordia* sp.), catanduva (*Piptadenia Obliqua*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e mororó (*Bauhinia* sp.).

Freqüentemente em áreas próximas aos rios e linhas de drenagem, é constante a ocorrência de oiticica (*Licania rigida*), quixabeira (*Bumelia sertorum*) e mulungu (*Erythrina* sp.).

As áreas dissecadas em cristas e colinas, recobertas pela Estepe Arbórea Densa sem palmeiras, abrangem 1.782 km<sup>2</sup>. Os solos, geralmente revestidos por uma camada de rochas desagregadas, aliados ao tipo de relevo, limitam a atuação do homem sobre esta subformação. Em decorrência deste fato, a vegetação possui uma

maior exuberância, destacando-se, angico, aroeira e pau-d'arco-amarelo.

Observou-se durante o sobrevôo, em áreas de relevo dissecado, uma Estepe Arbórea Densa com porte bastante elevado e um grau de interferência humana quase nulo, localizada a noroeste da Folha, próxima à serra dos Tucuns. O levantamento florístico não foi realizado devido à inexistência de um sistema viário que permitisse o acesso a esta área, fator condicionante da pouca atividade humana anteriormente mencionada (Est. 4.II A).

A subformação arbórea densa com palmeiras, totalizando 487 km<sup>2</sup>, reveste as áreas pediplanadas pré-cambrianas da Superfície Sertaneja. Caracteriza-se pela presença de palmeiras, principalmente a carnaúba (*Copernicia cerifera*), ocorrendo ao longo dos cursos de água e locais onde a drenagem imperfeita possibilita um maior acúmulo de água. Nota-se que esta subformação, por se encontrar em áreas de fácil acesso, apresenta uma interferência humana bem mais acentuada que a anterior, agravada pelo intenso extrativismo da carnaúba, sobretudo nos anos secos, quando torna-se a principal fonte de renda da região.

#### B) Estepe Arbórea Aberta

A Estepe Arbórea Aberta, com 23.159 km<sup>2</sup>, ocupa a maior parte da Folha em estudo, recobrando quase que totalmente as áreas pedi-

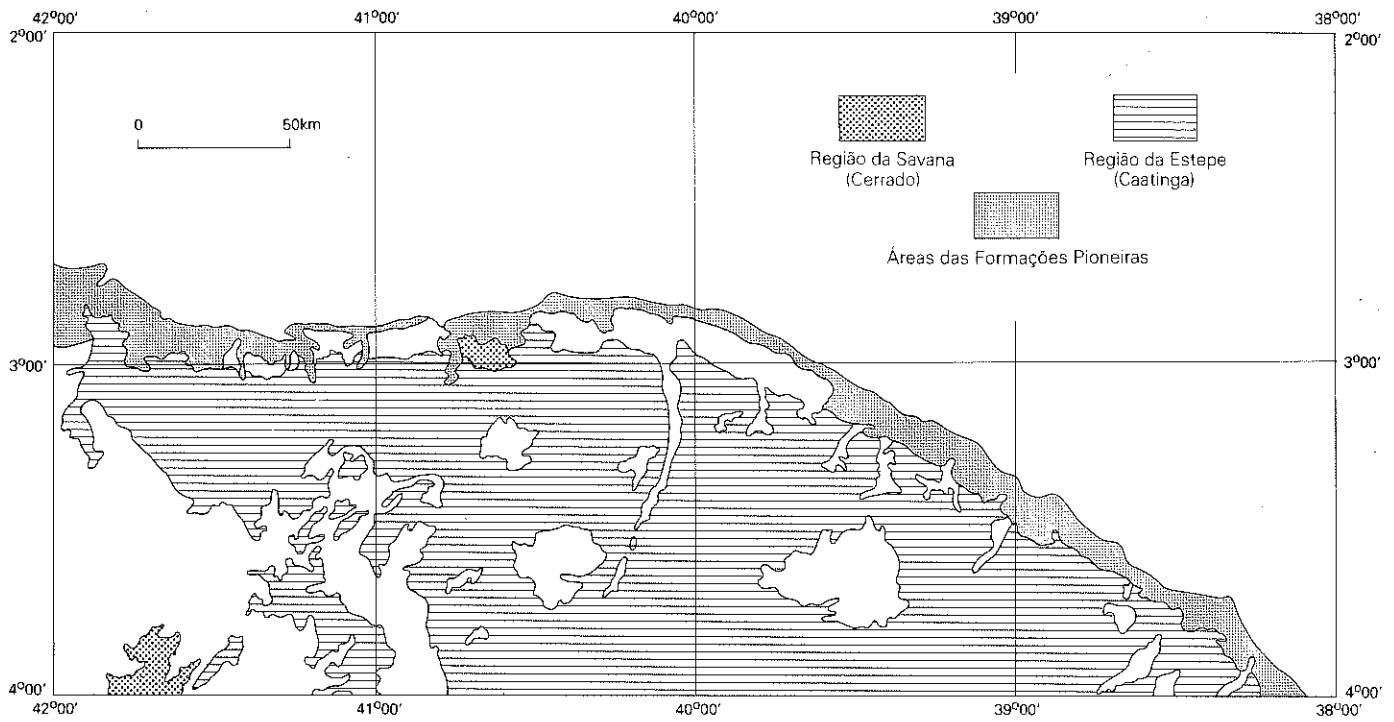


Fig. 4.11 - Mapa de localização.

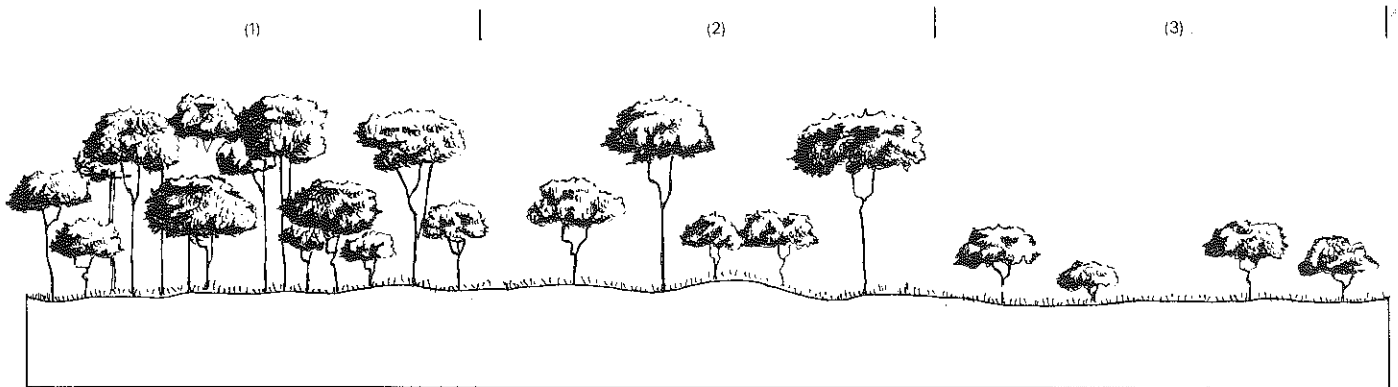


Fig.4.12 - Corte ideal das Formações da Região da Savana (Cerrado), Folha SA. 24 Fortaleza: 1-Savana Arbórea Densa (Cerradão); 2-Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado); 3-Parque (Parque de Cerrado).

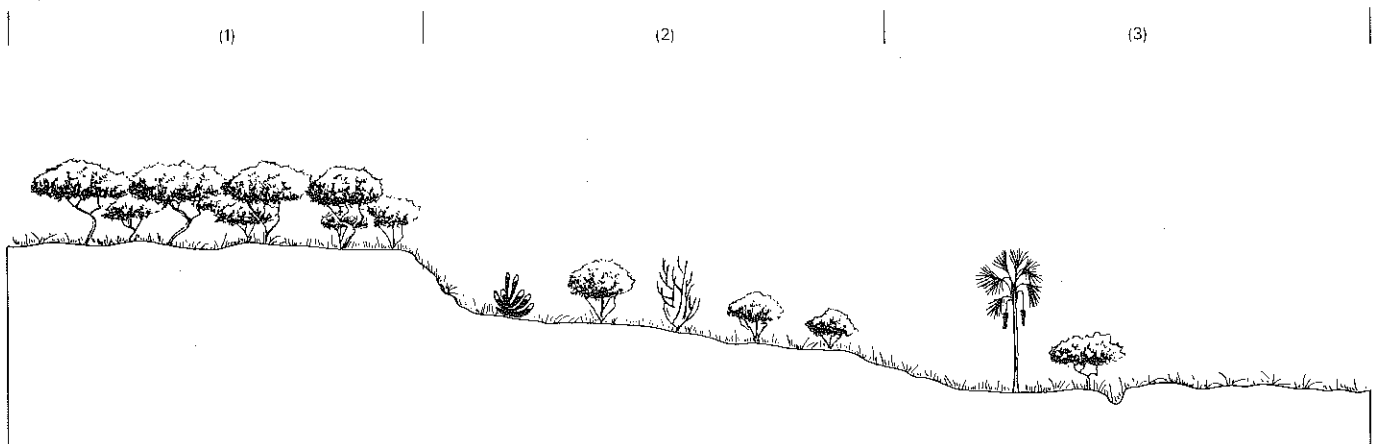


Fig. 4.13 - Cortê ideal das Formações da Estepe (Caatinga), Folha SA. 24 Fortaleza: 1-Estepe Arbórea Densa; 2-Estepe Arbórea Aberta; 3-Estepe Parque.

planadas da Superfície Sertaneja e, em menor extensão, terrenos dos Planaltos Residuais e Ibiapaba, pertencentes a formações geológicas distintas.

É uma formação que reveste predominantemente as áreas pediplanadas nordestinas, em geral abertas pela intervenção humana, que degrada a vegetação pelo corte sucessivo das plantas lenhosas mais altas. Contudo, existem áreas interioranas onde esta formação aberta é natural e os elementos arbóreos de forma raquítica (*scrubs*) são produtos do meio adverso (clima semi-árido e Solos Litólicos), ocasionando também uma limitação do número de espécies adaptáveis ao ambiente.

De acordo com esses fatores ecológicos, associados ao grau de interferência humana, esta formação apresenta-se com dois aspectos:

— nas superfícies pediplanadas de solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, observou-se uma vegetação em fase de regeneração (mosaico), mais ou menos densa e de altura praticamente homogênea. É proveniente dos cortes sistemáticos que visavam à utilização da área para fins agropastoris, posteriormente abandonada. As espécies de primeira ocupação, com predominância marcante do mofumbo (*Combretum leprosum*) e marmeleiro (*Croton* sp.), seguindo-se juremas (*Mimosa* spp.) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), merecem destaque no levantamento florístico local. Em determinadas áreas de maior índice de aridez, os intensos cortes sucessivos da Estepe (Caatinga) ocasionaram a degradação do solo, selecionando as espécies que possuem um maior poder de regeneração por brotos. Com a continuidade desta prática, a vegetação tornou-se ainda mais degradada, apresentando árvores de altura reduzida, esgalhamento profuso e amplo espaçamento (*scrubs* secundários); e

— as áreas de acentuado déficit hídrico, solos rasos, e predominantemente litólicos de baixa fertilidade, condicionam uma vegetação mirrada, constituída de árvores raquíticas (*scrubs*), espaçadas, entremeadas por Cactaceae, principalmente do gênero *Pilosocereus* (Fig. 4.13). Durante a época favorável, os solos são cobertos por um denso tapete herbáceo, dominado pelo capim-panasco (*Aristida* sp.). Observou-se sua ocorrência em toda a Folha, em agrupamentos isolados, tendo maior expressividade ao sul da serra da Uruburetama, em terrenos do Pré-Cambriano (vide 1 — Geologia). Entre as espécies mais características destacam-se: juremas (*Mimosa* spp.), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), catinqueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e a Cactaceae xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) (Est. 4.II B).

A formação arbórea aberta tem sua composição florística semelhante à anterior, mas, à medida que os fatores climáticos tornam-se mais adversos, o número de espécies diminui.

A subformação arbórea aberta com palmeiras, totalizando 14.737 km<sup>2</sup>, encontra-se sobre as áreas de Planossolo Solódico (vide 3 — Pedologia). Sua fisionomia é caracterizada por árvores de baixo porte (*scrubs*), intensamente ramificadas, que se agrupam formando pequenos capões, sendo freqüente a presença de Cactaceae. Os espaços deixados entre os grupamentos são revestidos pela carnaúba (*Copernicia cerifera*) e por um estrato rasteiro, constituído de gramíneas anuais.

#### C) Estepe Parque (Parque de Caatinga)

Na região da Estepe a Formação Parque é geralmente antrópica, resultante da devastação das áreas arbóreas dos vales e depressões mais úmidas, ficando em geral o *Zizyphus joazeiro* (juazeiro) e a *Copernicia cerifera* (carnaúba) como únicos indivíduos arbóreos sobre contínuo tapete gramíneo-lenhoso temporário (Fig. 4.13).

Esta formação, abrangendo 715 km<sup>2</sup>, é também comum em áreas de pecuária extensiva, cuja composição florística depende da situação geográfica onde houve a ação humana, com plantas selecionadas ao que sobreviveu do intenso pastoreio. Assim, a seleção pode ser negativa no sentido econômico, embora não o

seja para o ecossistema, que continua sua sucessão natural por intermédio do chamado praguejamento dos pastos.

A Subformação Estepe Parque sem palmeiras com área de 198 km<sup>2</sup> distribui-se sobre as áreas de acumulação inundáveis, localizadas a sudoeste da serra da Uruburetama. As áreas com predominância do Planossolo Solódico (vide 3 — Pedologia) são rasas e não raras vezes apresentam afloramentos rochosos. Provavelmente, a ausência da carnaúba na área é condicionada a fatores edáficos aliados a um curto período de acumulação de água, uma vez que os rios existentes na serra drenam para noroeste.

Sua fisionomia, decursiva da ação humana (pecuária), compõe-se de um tapete herbáceo-graminóide, contínuo em época favorável, formado principalmente por Gramineae do gênero *Aristida*.

As espécies arbóreas degradadas pelo excessivo pastoreio têm uma distribuição bastante espaçada e são representadas principalmente pelo pau-branco (*Auxemma oncocalyx*) e jurema-preta (*Mimosa* sp.).

A Subformação Estepe Parque com palmeiras, ocupando uma superfície de 517 km<sup>2</sup>, reveste tanto as áreas de acumulação inundáveis como as planícies fluviais (vide 2 — Geomorfologia). Nestas áreas de acumulação inundáveis também predomina o Planossolo Solódico, porém com uma profundidade maior que na subformação anterior (vide 3 — Pedologia).

Góes-Filho *et alii* (1973) observaram que "as inundações funcionam como fator limitante, pelo menos para algumas espécies lenhosas, visto que nos locais onde o alagamento permanece mais tempo só se depara a carnaúba; enquanto nos murundus, só excepcionalmente alcançados pelas águas das cheias, aparecem árvores ao lado da palmeira". O mesmo ocorre na área em estudo, sendo constatadas as Cactaceae mandacaru (*Cereus jamacaru*) e xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) ocupando esses murundus, juntamente com outras espécies lenhosas. É bastante freqüente essas cactáceas viverem como verdadeiras epífitas, desenvolvendo-se sobre as bases do peciolo da carnaúba (caracas), devendo-se isto à pouca afinidade destas pelo excesso de água das inundações periódicas.

O estrato arbóreo que subsiste sobre os espaçados murundus, representado por formas raquíticas, tem como espécies dominantes o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) e o sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), intercalados de um contínuo estrato graminóide estacional, constituído principalmente de Gramineae (*Aristida* spp.) (Ests. 4.III A e B).

Nas planícies fluviais, a Subformação Estepe Parque com palmeiras tem sua fisionomia bastante alterada, em face da intensa atividade agrícola existente. Nestes locais, a carnaúba (*Copernicia cerifera*) apresenta maior densidade, com uma distribuição espacial ora mais, ora menos densa, em função da área ocupada pelas aluviões, geralmente alcançando os estuários dos rios, até onde o maior teor de sal inibe a sua instalação. As espécies arbóreas como juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), quixabeira (*Brumelia sertorum*), oiticica (*Licania rigida*) e mulungu (*Erythrina* sp.) instalam-se preferencialmente nos níveis mais altos da várzea. Na época da vazante, os solos encontram-se recobertos por um tapete graminóide temporário, onde predominam as Gramineae. Entretanto, registrou-se, às margens do rio Parnaíba, uma área de Estepe Parque com palmeiras, constituída praticamente de carnaúba, extremamente densa, sendo explorada localmente para a produção de cera.

#### 4.1.4.5 — Áreas das Formações Pioneiras

Com um total de 3.493 km<sup>2</sup>, as Formações Pioneiras são representadas pela vegetação de Mangue e "Restinga" revestindo os terrenos do Quaternário Recente (Holoceno). Formam uma faixa praticamente contínua, paralela ao litoral, sendo vez por outra seccionada pela Estepe Parque, principalmente nas áreas de Solos Aluviais. Ao sul são delimitadas pela Região Fitoecológica da Estepe (Caatinga), tornando-se às vezes bastante difícil sua delimitação



por apresentarem, ambas, respostas semelhantes na imagem de radar (Fig. 4.11).

#### 4.1.4.5.1 — "Restinga"

Essa vegetação, exclusiva das áreas de influência marinha, totaliza 3.011 km<sup>2</sup>. Sua presença se faz notar não só nas dunas, que são uma constante ao longo do litoral, sendo, na sua grande maioria, ainda não consolidadas, como também nos interflúvios tabulares posteriores às mesmas. Essa forma de dissecação, que ocupa uma larga faixa interiorana, paralela à linha do mar, de solos Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos, encontra-se coberta por uma espessa camada de Areias Quartzosas Marinhas (vide 3 — Pedologia), proveniente da ação eólica que atua sobre as dunas, promovendo condições pedológicas suficientes para a instalação desta vegetação.

A análise dos fatores pedológicos, aliada ao trabalho de campo e sobrevôo de reconhecimento, permitiu a separação, nestas formações, de três diferentes fisionomias: Arbórea, Arbustiva (*scrubs*) e Herbácea (Fig. 4.14).

##### A) "Restinga" Arbórea

Somando 72 km<sup>2</sup>, esta fisionomia denominada também "Mata de Restinga" (Lima, 1960) localiza-se próximo à foz do rio Curu, recobrindo parte dos interflúvios tabulares. Caracteriza-se por árvores de baixo porte, densamente distribuídas, com copas bem desenvolvidas e irregulares.

Atualmente esta vegetação é encontrada em áreas reduzidas, com um aspecto secundário, entremeada por agricultura, notadamente pela cultura da macaxeira (*Manihot* sp.), apresentando uma solução de continuidade. Ducke (1959) menciona extensas "Restingas", nas proximidades de Fortaleza, com a flora de caráter secundário. Nos tabuleiros, o aspecto é de uma "Restinga" alta, semelhante à do sudeste (Rio de Janeiro), porém as espécies, na grande maioria, são outras. Das espécies mais características destacam-se: cajueiro (*Anacardium occidentale*), pau-d'arco (*Tabebuia roeso-alba*), coaçu (*Coccoloba* sp.), murici (*Byrsonima* sp.), maçaranduba (*Manilkara* sp.), *Cassia apoucouita*, além dos vários gêneros pertencentes à família Myrtaceae, sobressaindo *Myrcia* e *Eugenia* (Fig. 4.14).

##### B) "Restinga" Arbustiva

Dentre as comunidades serais, esta é a que apresenta maior expressividade, compreendendo 2.647 km<sup>2</sup>. Revestindo dunas e interflúvios tabulares, ocorre em uma extensa faixa litorânea com largura variável, abrangendo os Estados do Ceará, Piauí e Maranhão.

As dunas observadas junto à orla marítima encontram-se parcialmente consolidadas pela vegetação, enquanto que as posterior-

res o estão totalmente (Est. 4.IV A). A cobertura vegetal, ora densa, ora aberta, é caracterizada por *scrubs* e algumas poucas árvores isoladas, sobre um tapete herbáceo-graminóide rarefeito. Nas áreas onde a vegetação tem menor densidade, torna-se comum a presença de Cactaceae (Fig. 4.14).

Nos interflúvios tabulares, a intensa atividade agrícola e pastoril faz com que surja uma vegetação de fisionomia secundária, sendo frequentes grandes áreas totalmente cobertas por agricultura.

O contato entre a "Restinga" e a Estepe Tropical (Caatinga) se faz gradativamente, à medida que as areias vão se tornando escassas, ocorrendo, não raras vezes, a interpenetração de espécies típicas da Estepe (Caatinga) nas Áreas das Formações Pioneiras.

Entre as espécies que melhor caracterizam esta formação, têm-se: murici (*Byrsonima* sp.), ameixa (*Ximenia americana*), guajiru (*Chrysobalanus icaco*), guabiraba (*Eugenia* sp.), aracá (*Psidium* sp.), araticum (*Annona* sp.), puçá (*Mouriria* sp.) e a Cactaceae (*Pilosocereus hapalacanthus*).

##### C) "Restinga" Herbácea

Fisionomia característica das áreas mais próximas ao mar, com uma vegetação herbácea, mais ou menos densa, totalizando 292 km<sup>2</sup>. Ocorre em áreas reduzidas, merecendo destaque as localizadas nas proximidades de Luiz Correia (PI) (Est. 4.IV B).

Lima (1960), ao descrever esta vegetação, menciona que sua fisionomia é pouco variável. Entretanto, dependendo da predominância de uma das três famílias que a caracteriza — Gramineae, Leguminosae e Convolvulaceae — têm-se pequenas variações fisionômicas. Continuando, o mesmo autor cita a existência de várias espécies com folhas suculentas, em virtude da seca fisiológica a que estão sujeitas, bem como outras de caules estoloníferos, servindo de proteção à mudança constante das areias, provocada pelo vento (Fig. 4.14).

Como espécies principais destacam-se: salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*), breido-da-praia (*Iresine portulacoides*), capim-da-praia (*Paspalum vaginatum*), capim-gengibre (*Paspalum maritimum*), gergelim-bravo (*Crotalaria retusa*), cipó-da-praia (*Remirea maritima*), capim-barba-de-bode (*Sporobolus virginicus*).

#### 4.1.4.5.2 — Mangue

Esta formação com 482 km<sup>2</sup> cobre porções da faixa litorânea da Folha SA.24 Fortaleza, ocupando solos de vasa, sob influência das oscilações das marés. É delimitada ao sul pela "Restinga", ultrapassando a oeste o limite da Folha SA.23 São Luís. Sua distribuição não se restringe apenas às áreas em contato direto com o mar, penetrando também nos baixos cursos dos rios, até onde se faz sentir a influência salina. Este aspecto é bem característico no município de Chaval (PI), onde o manguezal avança cerca de 17 km, atingindo as proximidades da cidade.

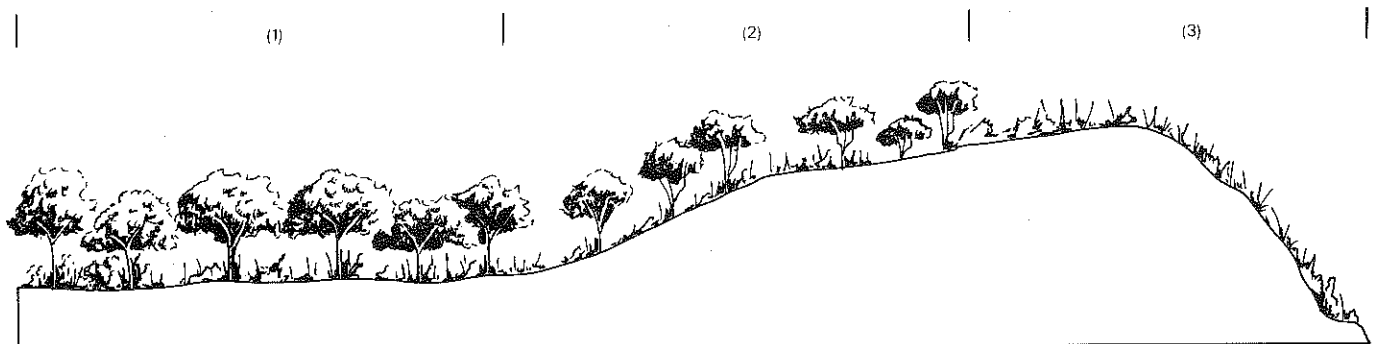


Fig. 4.14 - Corte ideal das Áreas das Formações Pioneiras, "Restinga." Folha SA.24 Fortaleza: 1-Arbórea; 2-Arbustiva; 3-Herbácea.

Segundo Kuhlmann (1977), repete-se nos manguezais do litoral nordestino praticamente a mesma constituição florística das demais áreas do litoral atlântico, fato constatado para a Folha em questão, através dos levantamentos florísticos efetuados pela equipe da Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL. Registrou-se a ocorrência de mangue-verdadeiro (*Rhizophora mangle*), mangue-canoé (*Avicennia nitida*), mangue-de-botão (*Conocarpus erecta*), mangue-sapateiro (*Laguncularia racemosa*). Observa-se que o mangue-verdadeiro é mais ligado ao teor salino, ocupando sempre as áreas próximas às desembocaduras dos rios. Enquanto o mangue-canoé, menos exigente à salinidade, ocupa preferencialmente os baixos cursos dos rios (Ests. 4.V A e B).

#### 4.1.4.6 — Áreas de Tensão Ecológica

As Áreas de Tensão Ecológica, embora ocorram em locais isolados da Superfície Sertaneja, concentram-se sobremaneira na porção noroeste da Folha, caracterizando o Planalto da Ibiapaba.

Compreendendo 7.191 km<sup>2</sup>, acham-se distribuídas em formas de acumulação, superfícies conservadas, dissecadas e notadamente nas pediplanadas, trabalhadas em unidades geológicas do Quaternário, Mesozóico, Paleozóico e Pré-Cambriano (vide 1 — Geologia).

O fato do Planalto da Ibiapaba revelar um maior número de Áreas de Tensão Ecológica deve-se principalmente ao seu posicionamento, na faixa de transição climática entre o Termoxeroquimênico acentuado, caracterizando a Região da Estepe (Caatinga), e o Termoxeroquimênico médio, a Floresta Estacional Semidecidual e a Savana (Cerrado). Essa transição reflete-se diretamente na vegetação, pois tem-se nestas áreas o encontro de três regiões ecológicas diferentes: a Estepe (Caatinga) que tem sua dispersão no sentido leste-oeste; a Savana (Cerrado) concentrando-se no Centro-Oeste brasileiro e a Floresta Estacional Semidecidual da "Hiléia Maranhense". Além do que associam-se fatores pedológicos e facilidades quando do transporte de sementes, promovido pelo rio Parnaíba e seus tributários.

Na Folha SA.24 Fortaleza, identificaram-se seis contatos, sendo que as formas ecotonais abrangem uma superfície ligeiramente maior, em relação às formas de enclave (Fig. 4.15).

#### 4.1.4.6.1 — Contato Savana/Estepe

##### A) Enclave

A área de maior representatividade deste contato localiza-se no Planalto da Ibiapaba, em terrenos do Paleozóico, nas formas de acumulação inundáveis e erosivas. Na Superfície Sertaneja, ocorre em formas dissecadas do Pré-Cambriano. A área total abrangida por este contato é da ordem de 2.313 km<sup>2</sup>, estendendo-se para o sul até o Estado da Bahia, como observou Lima (1975) em estudos efetuados na Bacia do Rio Grande (BA).

Nas superfícies pediplanadas, esta forma de enclave é representada pela Savana Arbórea Aberta e Estepe Arbórea Aberta, sendo o domínio ora de uma, ora de outra formação, em locais variados. A Savana Arbórea Aberta ocupa as pequenas ondulações que ocorrem nestas superfícies, em solos oligotróficos, geralmente com alto teor de alumínio. Apresenta um porte variando de 3 a 5 m, com árvores espaçadas, tendo como espécies dominantes: piqui (*Caryocar* sp.), paus-terra (*Qualea* spp.), tingui (*Magonia pubescens*), murici (*Byrsonima* sp.), sambaíba (*Curatella americana*), capitão-do-campo (*Kielmeyera* sp.) e, sobressaindo pelo elevado porte, a faveira (*Parkia platycephala*). O estrato herbáceo-graminóide caracteriza-se por Gramineae (*Aristida* sp.) e Cyperaceae. Os terrenos aplainados têm como cobertura vegetal a Estepe Arbórea Aberta com predominância de: catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), catanduva (*Piptadenia obliqua*), juremas (*Mimosa* spp.), velame (*Croton* sp.), cumaru (*Torresea cearensis*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*) e umas poucas Cactaceae do gênero *Cereus*. Não raro, junto aos cursos de água, aparecem as carnaúbas (*Copernicia cerifera*), caracterizando a Subformação Estepe Arbórea Aberta com palmeiras.

Em áreas de acumulação inundáveis a forma de enclave é representada pelas Formações Estepe Parque (Parque de Caatinga) e Savana Parque (Parque de Cerrado). Sobre as áreas mais elevadas, portanto ocasionalmente atingidas pelas águas, instalam-se a Savana Parque, individualizada pela sambaíba (*Curatella americana*), e um contínuo estrato herbáceo-graminóide composto por Gramineae e Cyperaceae. As áreas periodicamente inundadas são revestidas pela Estepe Parque, identificando-se pela abundância de car-

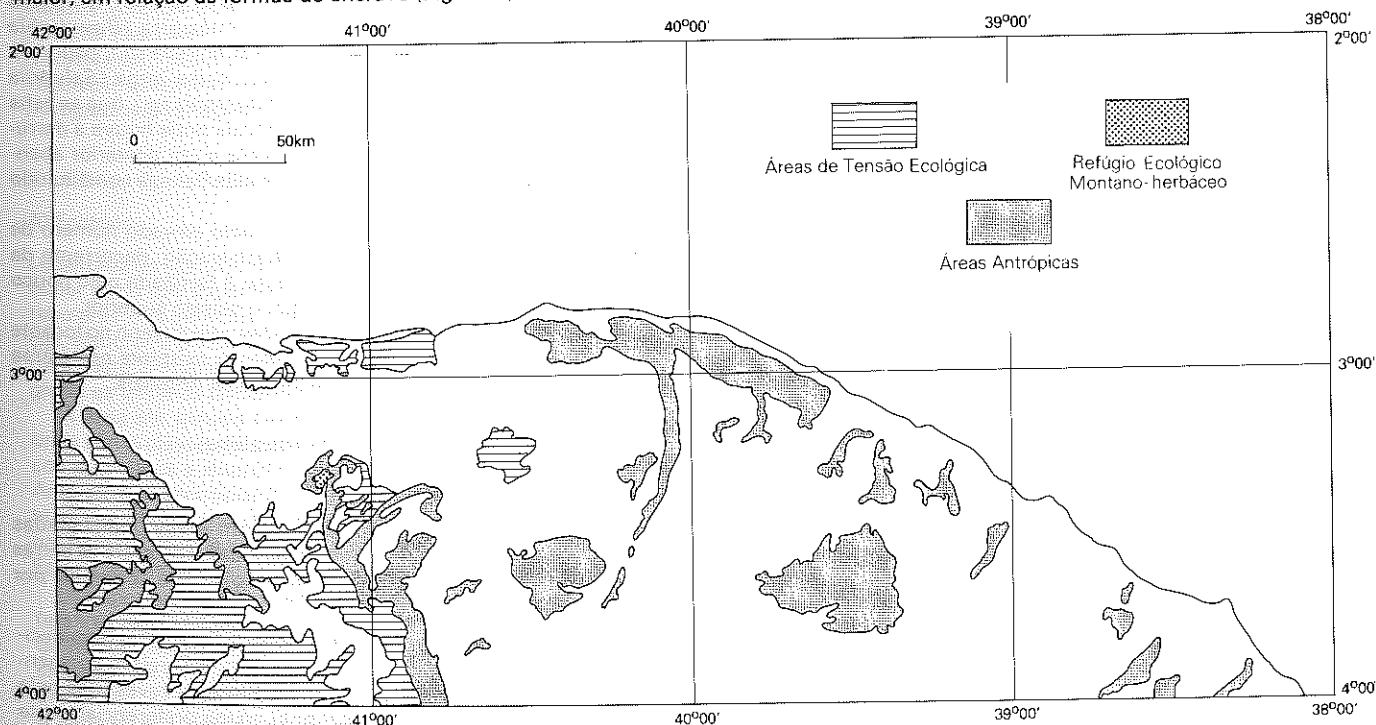


Fig. 4.15 - Mapa de localização.

naúbas (*Copernicia cerifera*) e algumas árvores isoladas como pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) e juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), sobre um temporário tapete herbáceo-graminóide. Vale ressaltar que nestas áreas alagadas o recuo das águas se processa gradativamente, de maneira concêntrica, acarretando com isto a instalação, também gradativa, da vegetação rasteira, que, acompanhando o nível das águas, acaba por recobrir totalmente a área, durante uma certa época do ano.

O contato (encrave), na Superfície Sertaneja, entre as Formações Savana Arbórea Aberta e Estepe Arbórea Aberta, ocorre de forma dispersa, sobre relevo colinoso, elaborado no Pré-Cambriano. Nota-se em toda a área abrangida por este enclave uma predominância marcante da Estepe (Caatinga), apresentando árvores com altura em torno de 6 m, esparsamente distribuídas, onde individualizam-se elementos de: cumaru (*Torresea cearensis*), juremas (*Mimosa* spp.), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e facheiro (*Pilosocereus* sp.). A Savana Arbórea Aberta, ocupando as áreas onde afloram bancos de quartzitos ferríferos (vide 1 — Geologia), identifica-se, floristicamente, por sambaíba (*Curatella americana*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), batiputá (*Ouratea spectabilis*) e murici (*Byrsonima* sp.). O estrato rasteiro tem como espécies dominantes carrapicho (*Krameria tomentosa*) e capim-panasco (*Aristida* sp.).

#### B) Ecotono

Registrou-se a ocorrência deste contato no Planalto da Ibiapaba em superfícies pediplanadas e conservadas, pertencentes à Formação Serra Grande (vide 1 — Geologia), localizado a nordeste da cidade de Cocal (PI).

Este ecotono, totalizando 386 km<sup>2</sup>, instala-se sobre Areias Quartzosas distróficas (vide 3 — Pedologia). Apresentando densidades variáveis, caracteriza-se por possuir, estruturalmente, dois estratos lenhosos, sendo o dominante formado quase exclusivamente por espécies da Estepe (Caatinga), representada pela catanduva (*Piptadenia obliqua*), enquanto que no inferior tem-se uma interdominância dos indivíduos que compõem as respectivas sub-formações. O estrato rasteiro, que recobre o solo de forma descontínua, constitui-se de Gramineae e Cyperaceae, entremeados de algumas pequenas árvores (*scrubs*) (Est. 4.VI A).

Entre as espécies que melhor identificam esta forma ecotonal, destacam-se: piquiá (*Caryocar* sp.), violeta (*Dalbergia* sp.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), angico (*Piptadenia macrocarpa*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia* sp.), guabiraba (*Eugenia* sp.), jatobá (*Hymenaea stignocarpa*), quina-quina (*Remijia ferruginea*), pau-terra (*Qualea parviflora*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*).

Torna-se necessário mencionar a interferência humana em toda área, manifestada, não só através de agricultura, mas principalmente pela parcial exploração da vegetação, com a retirada de indivíduos de maior valor econômico.

#### 4.1.4.6.2 — Contato Savana/Floresta Estacional

##### A) Enclave

Determinou-se sua presença em superfícies pediplanadas e formas tabulares da Formação Pimenteiras, pertencentes ao Paleozóico (vide 1 — Geologia), compreendendo 330 km<sup>2</sup>.

A área mais significativa deste contato localiza-se ao longo da BR-343 e adjacências, no trecho que liga as cidades de Buriti dos Lopes e Piracuruca, com acentuada predominância da Savana Arbórea Aberta, sobretudo quando se toma a direção geral sul.

Verifica-se neste contato que os fatores pedológicos são de capital importância na distribuição da vegetação, ocupando a floresta preferencialmente solos mais profundos e menos lixiviados.

Nas superfícies pediplanadas os solos dominantes são Litólicos eutróficos e acham-se revestidos pela Formação Savana Ar-

bórea Aberta. Enquanto que a Floresta Estacional Semidecidual instala-se sobre as formas tabulares e locais de cotas mais elevadas, tendo como classes de solos de maior relevância o Bruno Não Cálculo e Planossolos Vermelho-Amarelos eutróficos (vide 3 — Pedologia).

A área delimitada por esta forma de enclave apresenta um grau de interferência humana bastante acentuado, notadamente nos locais ocupados pela Floresta. A retirada das espécies de maior valor econômico tornou-se a causa principal do caráter secundário que lhe foi imposta. Entretanto, ainda são encontrados em meio à vegetação exemplares de cedro (*Cedrela* sp.), jacarandá (*Swartzia flammigii*), jatobá (*Hymenaea* sp.), pau-d'óleo (*Copaifera* sp.), pau-d'arco (*Tabebuia* sp.), entremeados por indivíduos de torém (*Cecropia* sp.). Em solos arenosos, têm-se frequentemente agrupamentos puros de tucum (*Pyrenoglyphis* sp.).

A Savana Arbórea Aberta caracteriza-se por apresentar árvores em torno de 6 m de altura, esparsamente distribuídas, individualizadas por pau-terra (*Qualea parviflora*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), barbatimão (*Stryphnodendron barbatimao*), tingui (*Magonia pubescens*), sambaíba (*Curatella americana*), murici (*Byrsonima* sp.). O estrato herbáceo-graminóide contínuo compõe-se de Gramineae e Cyperaceae.

#### B) Ecotono

Esta forma ecotonal totalizando 32 km<sup>2</sup> recobre uma reduzida área de superfície tabular estrutural (vide 2 — Geomorfologia), elaborada em unidade geológica do Paleozóico.

Encontram-se nesta área de solos predominantemente Litólicos eutróficos, ocorrendo em uma mesma comunidade, espécies pertencentes às Regiões Fitoecológicas da Savana (Cerrado) e da Floresta Estacional Semidecidual. Fisionomicamente, a vegetação deste contato caracteriza-se por um dossel mais ou menos uniforme com altura variando em torno de 8 m. A pouca profundidade do solo resulta em fator limitante para o desenvolvimento dos elementos florestais, pelo menos para sua grande maioria, advindo um porte reduzido, copas irregulares e diâmetros pouco expressivos. Entre as espécies de maior ocorrência que compõem este contato, destacam-se faveira (*Parkia platycephala*), jatobá (*Hymenaea* sp.), jacarandá (*Swartzia flammigii*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), piqui (*Caryocar* sp.), torém (*Cecropia* sp.), pau-terra (*Qualea parviflora*), cedro (*Cedrela* sp.), folha-larga (*Salvertia convallariodora*), além do tucum (*Pyrenoglyphis* sp.), que se acha distribuído de forma intermitente. Em locais onde houve a derrubada da vegetação para a prática agrícola e um posterior abandono da área, encontra-se normalmente esta Palmae constituindo agrupamentos gregários.

O estrato intermediário identifica-se pelo elevado número de arbustos e indivíduos arbóreos em regeneração, decorrente da grande incidência de luz, cuja penetração é facilitada pelo pouco adensamento das copas que compõem o estrato superior.

Devido às condições litólicas oferecidas pelo terreno no tocante à agricultura, pode-se dizer que a vegetação existente nesta área ainda conserva parte das suas características originais.

#### 4.1.4.6.3 — Contato Estepe/Floresta Estacional

##### A) Enclave

Constatou-se a presença deste contato em áreas pediplanadas pré-cambrianas da Superfície Sertaneja, localizado entre as serras da Ubatuba e de São Joaquim. A área aproximada abrangida por este enclave soma 175 km<sup>2</sup>.

Este contato é representado pela Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas e Estepe Arbórea Aberta. O relevo apresenta-se ondulado, com suas partes mais elevadas revestidas pela Floresta, enquanto a Estepe (Caatinga) ocupa preferencialmente os locais de menor declividade.

A presença das serras que circundam essa área de enclave favorece sobremaneira a existência da vegetação florestal, uma vez que parte das chuvas orográficas ocasionadas pela influência das mesmas atua sobre o local, permitindo assim sua instalação.

A floresta, com um grau de intervenção humana bastante acentuado, decorrente principalmente de atividades agrícolas, caracteriza-se por dois estratos distintos, atingindo os indivíduos emergentes uma altura em torno de 12 m. Individualiza-se por pau-d'arco (*Tabebuia* sp.), angico-branco (*Piptadenia* sp.), jacarandá (*Swartzia flammula*), tatajuba (*Chloroflora tinctoria*) e almécega (*Protium heptaphyllum*). O estrato intermediário é pouco denso, formado quase que exclusivamente por indivíduos em regeneração, resultante de uma intensa atividade humana já mencionada (Est. 4.VI B).

A Estepe Arbórea Aberta constitui-se de indivíduos arbóreos em regeneração, com altura mais ou menos homogênea, variando entre 4 e 6 m. Entre as espécies de maior ocorrência nesta formação destacam-se: cumaru (*Torresea cearensis*), jurema (*Mimosa* sp.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pau-branco (*Auxemma onocalyx*), mororó (*Bauhinia* sp.). Revestindo os afloramentos rochosos, encontram-se normalmente o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e a macambira-de-lajedo (*Encholirium spectabile*).

#### B) Ecotono

Com um total de 954 km<sup>2</sup>, localiza-se em superfícies tabulares estruturais e pediplanadas, distribuídas na porção sudoeste da Folha.

Este contato reveste as Formações Serra Grande e Pimenteiras, trabalhadas no Paleozóico (vide 1 — Geologia). Como classe de solos dominantes, têm-se o Latossolo Vermelho-Amarelo e Areias Quartzosas distróficas (vide 3 — Pedologia).

A vegetação apresenta características secundárias (capoeira), com grande número de indivíduos em regeneração por hectare, tornando praticamente impossível sua penetração. O porte das árvores é relativamente baixo, raramente ultrapassando 7 m, destacando-se como elementos típicos o saca-rolha (*Helicteres* sp.), velame (*Croton* sp.), jurema (*Mimosa verrucosa*), jacarandá (*Swartzia flammula*), almécega (*Protium heptaphyllum*), sapucaia (*Lecythis* sp.), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Em meio a essa vegetação encontram-se freqüentemente as Bromeliaceae caróia (*Neoglaziovia variegata*) e gravatá (*Bromelia* sp.).

#### 4.1.4.6.4 — Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional

##### A) Ecotono

Localizada no extremo oeste da Folha, esta forma ecotonal ocupa a maior parte das superfícies pediplanadas, bem como interflúvios tabulares e superfícies tabulares estruturais da Formação Cabeças, elaborada em unidade do Paleozóico. Este contato estende-se para oeste, penetrando na Folha SA.23 São Luís, e para norte atingindo os terrenos terciários do Grupo Barreiras.

A área em estudo revela grande complexidade pedológica, onde várias classes de solos estão presentes, entre as quais: Litólicos eutróficos e distróficos, Vertissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (vide 3 — Pedologia). Tal complexidade se reflete na vegetação, onde determinadas espécies da Floresta Estacional Semidecidual e Savana (Cerrado) vivem ao lado de outras da Estepe (Caatinga), compreendendo uma área de 1.200 km<sup>2</sup>.

A maior ou menor presença de indivíduos pertencentes às diferentes regiões fitoecológicas está estritamente ligada às formas de relevo. As espécies florestais predominam nas áreas mais elevadas; as da Savana (Cerrado) ocupam, preferencialmente, as áreas mais baixas; enquanto que os elementos da Estepe (Caatinga) são observados indiferentemente em todas as formas de relevo.

Torna-se necessário mencionar que essa vegetação encontra-se parcialmente alterada, resultante das constantes práticas agrícolas existentes e, não muito raro, extensas áreas têm sua vegetação totalmente substituída por campos de cultura.

Fatores ecológicos diversos, aliados à intervenção humana, imprimem na vegetação fisionomias variáveis, representadas ora por simples "capoeiras", ora por uma vegetação de porte elevado, atingindo os indivíduos emergentes altura aproximada de 15 m.

Das espécies que melhor caracterizam este ecotono, destacam-se, como elementos da Floresta Estacional Semidecidual Tropical: pau-d'arco (*Tabebuia* sp.), torém (*Cecropia* sp.), jatobá (*Hymenaea* sp.), cedro (*Cedrela* sp.), timbaúba (*Enterolobium* sp.); da Savana Tropical (Cerrado): paus-terra (*Qualea* spp.), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), sambaíba (*Curatella americana*), murici (*Byrsonima* sp.) e folha-larga (*Salvertia convallariodora*); e da Estepe Tropical (Caatinga): pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), cumaru (*Torresea cearensis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), saca-rolha (*Helicteres* sp.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*).

#### 4.1.4.6.5 — Contato Savana/"Restinga"

##### A) Ecotono

Este contato sob a forma de ecotono ocupa os interflúvios tabulares do Grupo Barreiras, localizados a norte da Folha, próximo à cidade de Camocim.

Essa área de tensão, abrangendo 308 km<sup>2</sup>, pode ser explicada em função da zanação planta—espaço—tempo. O centro de dispersão da Savana (Cerrado) estava situado em passado recente, no Planalto da Ibiapaba. Através do relevo dissecado, ocupou os terrenos baixos do Grupo Barreiras que, por sua vez, foram capeados por areias eólicas das dunas móveis. Estas fixaram-se após estarem cobertas pelas plantas da Savana (Cerrado), em mistura com determinadas espécies arbóreas da "Restinga", adaptadas aos solos melhor desenvolvidos (arenitos antigos), capeados de fina camada de areias eólicas marinhas.

A fisionomia original dessa vegetação é atualmente de difícil caracterização, tal o grau de alteração imposto pelo homem, ao devastá-la para o estabelecimento de suas lavouras. Entretanto, seus remanescentes atestam perfeitamente a vegetação que revestia a área no passado. Observa-se que neste contato a dominância por parte das espécies pertencentes à "Restinga" é marcante.

Caracteriza-se por elementos arbóreos de baixo porte, densamente distribuídos, apresentando as copas bem desenvolvidas e irregulares. O estrato intermediário é constituído por grande quantidade de arbustos, o que torna a vegetação bastante intrincada. Entre as espécies que melhor representam este contato, destacam-se: murici (*Byrsonima* sp.), ameixa (*Ximenia americana*), pau-terra (*Qualea grandiflora*), guajiru (*Chrysobalanus icaco*), araçá (*Psidium* sp.), puçá (*Mouriria* sp.) e folha-larga (*Salvertia convallariodora*).

#### 4.1.4.6.6 — Contato Floresta Estacional/"Restinga"

##### A) Ecotono

Localizado nas proximidades da cidade de Chaval, este contato abrange uma área de 234 km<sup>2</sup>.

Sua origem prende-se aos mesmos fatores que favoreceram a instalação do Contato Savana/"Restinga". Da mesma forma, sua fisionomia primitiva encontra-se bastante descaracterizada, em virtude da intensa ocupação agrícola.

A existência de remanescentes dessa forma ecotonal permitiu o delineamento da sua área de ocorrência, constatando-se a predominância de espécies da "Restinga" sobre as da Floresta Estacional.

O estrato arbóreo é formado por árvores baixas (em torno de 10 m), densamente distribuídas, cujas copas se tocam, não permi-



tindo a visualização dos estratos inferiores. A submata, também bastante densa, é constituída por arbustos e plântulas em regeneração.

As espécies que melhor caracterizam este contato são: angico-branco (*Piptadenia* sp.), ameixa (*Ximenia americana*), araçá (*Psidium* sp.), frei-jorge (*Cordia tricotoma*), murici (*Byrsonima* sp.), pau-d'óleo (*Copaifera trapezifolia*), maçaranduba (*Manilkara* sp.), jacarandá (*Swartia flaevingii*), tucum (*Pyrenoglyphis* sp.).

#### 4.1.4.7 — Refúgio Ecológico Montano

De acordo com Veloso *et alii* (1975), a equipe de vegetação do Projeto RADAMBRASIL considera Refúgio Ecológico as formações realmente estranhas ao domínio florístico característico; entretanto, algumas vezes, refere-se a uma formação "reliquia" e, outras vezes, a uma vegetação de espécies selecionadas que se refugiam em ambiente altamente selecionado.

Tendo em vista a escala e o nível fisionômico-ecológico do trabalho, procurou-se, num recurso de mapeamento, juntar as duas formações como Refúgio Ecológico, sendo que, neste caso, a melhor definição é a de Font-Quer (1970): "Lugar generalmente de reducida extensión y de condiciones excepcionalmente favorables para determinada o determinadas estirpes en un médio general que les es hostil".

Aubréville (1970) define Refúgio Ecológico como: "Dans les cas de modifications palés-climatiques ayant affecté un pays et ayant entraîné des changements dans la repartition générale des formations végétales, le biotipe primitif a pu se maintenir localement dans les territoires limités où la végétation primitive restée en place a trouvé ainsi un refuge". Esta definição é considerada pela equipe de vegetação do Projeto RADAMBRASIL como a mais próxima do pensamento fitogeográfico universal, podendo-se observar que a área mapeada como Refúgio Ecológico não foge do modelo de Aubréville. Assim como também não foge dos modelos de Font-Quer e do Projeto RADAMBRASIL, diferentes apenas na formulação conceitual, sendo a essência filosófica a mesma.

As duas recentes flutuações climáticas que ocorreram no Quaternário, são claramente identificadas no Nordeste brasileiro, pelas formas de relevo que este apresenta, conseqüentemente refletindo dois tipos de vegetação diferentes. Assim sendo, o mapeamento do refúgio nesta região do Brasil é facilmente comprovado.

Na Folha em estudo, registrou-se sobre a serra de Ubatuba a ocorrência de uma área de Refúgio Ecológico com uma extensão de 19 km<sup>2</sup>.

Segundo estudos realizados pelas Divisões Técnicas do Projeto RADAMBRASIL, a serra de Ubatuba, topograficamente, é a continuação da serra da Ibiapaba; no entanto, não há semelhança mor-

fológica entre elas. Esta serra, de aproximadamente 1.000 m de altitude, apresenta, no topo, um relevo tabular erosivo, diaclasado, delimitado por cristas de diferentes dimensões. Litologicamente compõe-se de quartzíticos puros ou micáceos, via de regra cataclásados ou falhados. Estes quartzíticos ocupam a parte basal de uma seqüência de rochas tidas como do Pré-Cambriano. Os solos são predominantemente Litólicos, associados a afloramentos rochosos.

Este Refúgio Ecológico encontra-se em meio à Vegetação Secundária, pertencente à Região Fitoecológica da Floresta Ombrófila Aberta, esta ocupando solos mais profundos onde aparecem inclusões de Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (vide 3 — Pedologia) (Figs. 4.15 e 4.16).

Apresenta uma vegetação herbáceo-graminóide, constituída predominantemente de formas biológicas hemicriptófitas, entremeadas, vez por outra, de árvores anãs (*scrubs*). Dos elementos lenhosos destacam-se: murici (*Byrsonima* sp.), canela-de-ema (*Vellozia* sp.), *Tocoyena* sp., *Erythroxylum* sp. e pau-santo ou capitão-do-campo (*Kielmeyera* sp.). Junto às linhas de drenagem, é constante a ocorrência de *Clusia* sp. Por entre *scrubs* (árvores anãs) bastante espaçados, o estrato herbáceo é dominado por Gramineae e Cyperaceae (Est. 4.VII A e B).

Sendo esta vegetação composta de elementos de larga dispersão universal e, conseqüentemente, os mais primitivos, pode-se aventar a hipótese de que esta vegetação é anterior à floresta que a envolve, confirmando, assim, a exatidão de se mapear o Refúgio Ecológico como área reliquia de uma flutuação climática anteriormente mais seca.

#### 4.1.5 — ÁREAS COM INFLUÊNCIA ANTRÓPICA

Estas áreas são resultantes da intervenção humana sobre o ambiente, alterando e até mesmo substituindo a vegetação original. Essas áreas merecem destaque na Folha SA.24 Fortaleza, devido às modificações impostas à paisagem pelo homem, fato que vem ocorrendo desde o início da colonização no Nordeste brasileiro. Assim, são representadas pela Vegetação Secundária e Agropecuária, compreendendo um total de 5.783 km<sup>2</sup> (Fig. 4.15).

##### 4.1.5.1 — Vegetação Secundária

É uma vegetação proveniente da derrubada florestal, por processos que vão desde a devastação para o estabelecimento da agricultura até a retirada das árvores de valor econômico.

Sua distribuição limita-se às áreas com cotas nunca inferiores a 300 m, excetuando-se a área compreendida a oeste da Folha, onde as condições climáticas menos adversas aliadas a fatores edáficos condicionam a vegetação florestal independentemente dos acidentes orográficos.

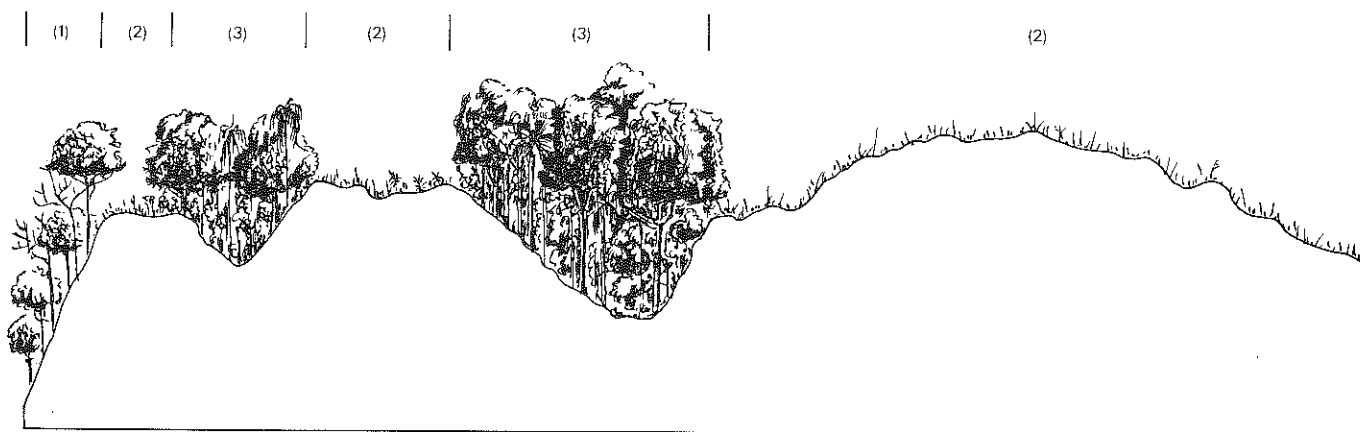


Fig. 4.16 - Corte ideal do Refúgio Ecológico Montano (Serra de Ubatuba). Folha SA.24 Fortaleza: 1-Floresta Estacional Semidecidual (Vegetação Secun-Jária); 2-Refúgio Ecológico Herbáceo; 3-Floresta Ombrófila Aberta (Vegetação Secundária).

Nas áreas até 600 m de altitude, a Vegetação Secundária é resultante da devastação da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, cujos "núcleos" remanescentes encontrados sobretudo em locais de difícil acesso atestam sua antiga existência (Est. 4.VIII A e B). Alguns autores como Ducke (1959) a mencionam em estudos realizados nos Planaltos Residuais da Aratanha e Maranguape. Atualmente acha-se representada por densos agrupamentos constituídos de elementos em regeneração e alguns arbustos (capoeira). Em meio a essa vegetação, encontra-se freqüentemente a palmeira catolé (*Syagrus* sp.), preservada devido a grande utilização de suas folhas na confecção de diversos artigos de artesanato.

As áreas acima de 600 m de altitude, quais sejam Planaltos Residuais da Meruoca, da Uruburetama e a face leste do Planalto da Ibiapaba, constituem os chamados "brejos de altitude" ou "serras frescas". Tais "brejos", formando verdadeiras "ilhas úmidas" nas áreas semi-áridas do "Sertão", são recobertos por uma vegetação florestal disjunta, como observou Lima (1970), "... ecologicamente esses "brejos" são, a rigor, disjunções das matas, desse ou daquele tipo e como tal devem ser tratados". Na Folha em estudo, a vegetação dessas serras é uma disjunção ecológica da Floresta Ombrófila Aberta, como o atestam seus remanescentes. Contudo, devido às excepcionais condições climáticas existentes nestas áreas, há muito a floresta cedeu lugar à agricultura, traduzindo-se a vegetação atual por associações de plantas ruderais, entremeada de pequenas árvores e arbustos, formando complexos e emaranhados agrupamentos. Os toréns (*Cecropia* sp.) revestem principalmente as encostas destas serras e os densos babaçuais (*Orbignya* sp.) completam as paisagens locais.

#### 4.1.5.2 — Agropecuária

Ocorrendo de maneira dispersa por toda a área em estudo, as atividades agrícolas e pastoris são de grande importância para a economia básica regional, embora prejudiquem a vegetação original, em virtude das constantes alterações que esta vem sofrendo em seu equilíbrio natural.

Nos locais considerados impróprios às práticas agrícolas, a pecuária assume um caráter extensivo. As áreas agricultadas distribuem-se indiscriminadamente em toda a região abrangida pela Folha SA.24 Fortaleza, merecendo destaque as localizadas sobre as zonas serranas.

Entre as culturas de maior expressão econômica, sobressaem: — banana: revestindo, quase que na totalidade, os Planaltos Residuais da Uruburetama, Aratanha e Maranguape; e — café: ocupando grandes extensões da serra da Ibiapaba e Planalto Residual da Meruoca.

As demais práticas agrícolas, como a cana-de-açúcar, ocupando principalmente as planícies fluviais e os projetos de cultivos irrigados, decorrentes da utilização de açudes públicos implantados pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), completam a economia primária da Folha em questão.

#### 4.1.6 — CONCLUSÕES

##### 4.1.6.1 — Cobertura vegetal

A Folha SA.24 Fortaleza apresenta sua cobertura vegetal intensamente modificada pelo homem, decorrente de uma necessidade cada vez maior de ampliação das áreas agrícolas, sobretudo em locais de melhores condições ecológicas. Apesar desta e outras modificações e, não obstante, possuir a folha uma área relativamente pequena, constatou-se em sua vegetação uma apreciável diversificação fisionômica. As diferentes fisionomias caracterizam-se por quatro Regiões Fitoecológicas, seis Áreas de Tensão Ecológica, além das Áreas das Formações Pioneiras e Antrópicas.

A Savana (Cerrado), ocorrendo com as fisionomias Savana Arbórea Densa (Cerradão), Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)

e Savana Parque (Parque de Cerrado), ocupa os terrenos devonianos normalmente de baixa fertilidade, do Planalto da Ibiapaba. Registrou-se ainda sua ocorrência na Superfície Sertaneja, apresentando-se como uma formação disjunta do seu centro de dispersão, revestindo afloramentos pré-cambrianos, localizados em meio ao Grupo Barreiras.

Recobrida a maior parte da Folha em questão, a Estepe (Caatinga) distribui-se sobre formas conservadas, dissecadas e de acumulação, ocupando, desde os terrenos do Quaternário Recente, ao Pré-Cambriano. A fisionomia Estepe Arbórea Aberta, no contexto geral, é a que apresenta maior expressividade, revestindo as mais variadas formas de relevo. Torna-se interessante ressaltar que a subformação com palmeiras instala-se preferencialmente em áreas de solos mais profundos, caracterizadas pelo Planossolo Solódico. As áreas ocupadas pela Estepe Arbórea Densa são bem mais restritas, limitando-se aos locais de difícil acesso e, conseqüentemente, com menor intervenção humana. Ocorrendo com duas subformações, com palmeiras e sem palmeiras, a Estepe Parque (Parque de Caatinga) recobre de um modo geral as áreas de acumulação inundáveis da Superfície Sertaneja, bem como parte da planície fluvial do rio Parnaíba.

A Floresta Ombrófila Aberta, ocorrendo de forma disjunta de sua área core, restringe-se às partes mais elevadas do Planalto da Ibiapaba e nas serras da Meruoca e Uruburetama. Atualmente esta região fitoecológica encontra-se caracterizada por uma vegetação secundária, onde se destacam densos agrupamentos de babaçu (*Orbignya* sp.). As áreas com altitude variando entre 300 e 600 m, destas unidades geomorfológicas, assim como os demais Planaltos Residuais e os terrenos do Terciário da Bacia Piauí—Maranhão são cobertos pela Vegetação Secundária, pertencente à Região da Floresta Estacional Semidecidual.

Embora ocorram em "núcleos" isolados na Superfície Sertaneja, as Áreas de Tensão Ecológica apresentam maior expressividade no Planalto da Ibiapaba, em conseqüência da transição climática que ali se evidencia. São representadas por contatos (encraves e ecotonos) entre Savana/Estepe, Savana/Floresta Estacional, Savana/Estepe/Floresta Estacional, Savana/"Restinga", Estepe/Floresta Estacional e Floresta Estacional/"Restinga".

As Áreas das Formações Pioneiras, representadas pela vegetação de Mangue e "Restinga", estendem-se sobre a parte ocidental da Folha, ocupando os terrenos recentes (Quaternário).

Ressalta-se, ainda, a existência de uma comunidade reliquia (Refúgio Ecológico) sobre áreas litólicas, localizada na serra da Ubatuba, onde sobrevivem espécies do gênero *Vellozia* e outros cosmopolitas, adaptáveis às condições ambientais rupícolas.

##### 4.1.6.2 — Recursos vegetais

A região abrangida pela Folha SA.24 Fortaleza é dotada de precários recursos naturais renováveis. A isto soma-se a inexistência de um potencial madeireiro passível de exploração, obrigando cada vez mais a recorrer-se aos últimos remanescentes florestais existentes, conseqüentemente acarretando um crescente desequilíbrio na vegetação natural. Basicamente, a utilização desses recursos prende-se ao extrativismo e exploração madeireira, ambas atividades de posição secundária na economia nordestina.

##### 4.1.6.2.1 — Extrativismo

Tem maior expressividade econômica nas áreas de ocorrência de *Palmae*, já mencionadas, assumindo características de atividade pré-industrial.

De modo geral, entre as extrativas vegetais que merecem destaque, citam-se a carnaúba (*Copernicia cerifera*), o babaçu (*Orbignya martiana*), a oiticica (*Licania rigida*) e, com menor importância, o mangue-verdadeiro (*Rhizophora mangle*).

A cera de carnaúba, de múltiplo aproveitamento como matéria-prima, é o mais importante produto do extrativismo da área. Toda

a produção dos Estados do Ceará (maior produtor, com 37% do total nacional), Piauí e Maranhão é centralizada em Fortaleza, onde se localizam as principais usinas de beneficiamento e firmas de exportação.

Das sementes da oiticica extrai-se óleo, de larga aplicação industrial, notadamente como secativo e anticorrosivo no preparo de tintas e vernizes. A maior parte da sua produção é colocada no mercado nacional.

Do babaçu aproveita-se a amêndoa para a produção de óleo e, como subproduto, a torta, empregada como ração animal.

O tanino, retirado em pequena escala do mangue-verdadeiro, presta-se ao beneficiamento de couros e pêlos.

#### 4.1.6.2.2 — Exploração madeireira

Dentre as unidades fisionômicas que ocorrem na Folha estudada a que melhor se prestaria a uma exploração florestal com certa viabilidade econômica, na Região da Estepe (Caatinga), seria a unidade fisionômica da Estepe Arbórea Densa. Esta unidade ocorre bem distribuída por toda a Folha, além de apresentar um porte arbóreo passível de ser aproveitado industrialmente. No entanto o que resta desta vegetação são manchas isoladas recobrimdo parte do Planalto Residual, áreas conservadas e dissecadas em cristas e colinas, principalmente a noroeste da Folha. Os resquícios dessa vegetação sobrevivem em pequenas manchas em áreas que, por impedimentos físicos ou de solo ou de relevo, são impróprias às atividades agropastoris.

Caracterizando-se individualmente cada fisionomia no seu aspecto econômico, concluir-se-á que na atualidade nenhuma dessas é viável economicamente quanto à industrialização florestal.

A cobertura vegetal, o solo e todas as forças produtivas do meio físico representam o potencial de uma região para o seu desenvolvimento e conseqüentemente para a Nação. A tecnologia é um dos fatores fundamentais à utilização dos recursos naturais, contudo, nem sempre a sua utilização acompanha, concomitantemente, a evolução tecnológica. A definição destes recursos pode sofrer alteração de acordo com as necessidades da Nação e muitas dessas alterações podem ultrapassar a capacidade da terra e a disponibilidade dos recursos naturais. E foi isto o que aconteceu e continua ocorrendo no Nordeste brasileiro e, de uma maneira especial nas áreas da Folha estudada, desconheceu-se o solo e o clima, como os principais determinantes da produtividade agrícola. A terra, na maioria das vezes, foi e continua sendo usada sem conhecimento de sua capacidade produtiva e de suas limitações. Não fora feito, até então, nenhum estudo de adaptabilidade e análise de exequibilidade. A substituição da cobertura natural é feita à medida que são requeridas mais áreas para agropecuária ficando, assim, em grande parte, áreas com solos sem condições naturais de recuperação.

A substituição da cobertura fora feita simplesmente com a intenção de retorno líquido, ante uma agricultura puramente de subsistência, enquanto que a potencialidade de uma região deve ser expressa através de vantagens comparativas existentes e as desejáveis, considerando-se as múltiplas opções de uso da terra.

No que diz respeito às atividades florestais com viabilidade econômica, ressalta-se que muito pouco pode ser feito atualmente, pois a região não dispõe de matéria-prima para abastecer suas próprias necessidades. Tornou-se, assim, um mero mercado consumidor.

Sem menosprezar as incertezas inerentes a qualquer previsão, especialmente em se tratando do Nordeste, em boa parte reflexo do próprio quadro econômico-financeiro da região, impõe-se reconhecer que são necessárias pesquisas objetivando o desenvolvimento florestal nesta vasta área do território nacional. Isto não

permite ignorar que desafios e dificuldades persistirão, devendo inclusive avolumar-se, porque é próprio do processo de desenvolvimento, onde os recursos naturais são utilizados de modo imediatista, sem conhecimento técnico-científico e sem preocupação de renová-los.

Deverão ser estudados os problemas específicos da região, a nível de microrregiões com conhecimento da estrutura interdisciplinar dos fatores necessários ao desenvolvimento florestal, com a implantação de pesquisas florestais. A nível regional identificar-se-ão as áreas prioritárias definidas através do zoneamento macrorregional.

Tratando-se de introduzir espécies, tanto de latifoliada quanto coníferas, deve-se preceder tal iniciativa, o que é necessário, com a implantação de áreas de experiência com base no zoneamento elaborado por Golfari & Caser (1977), para a região do Nordeste. Este zoneamento constituir-se-á, numa primeira aproximação, de um marco inicial das pesquisas silviculturais a serem implantadas ali. Os autores tomaram como base para esta estratificação a variável clima. Esta, possivelmente, deve representar e delimitar geograficamente diferentes condições de solo e de vegetação.

Outro aspecto que deverá ser considerado é a ocorrência natural das espécies ou grupos de espécies, assim como o seu comportamento nas várias formações, com a finalidade de induzir à experimentação um sentido econômico, de acordo com tabelas de usos das espécies.

A tabela que se segue (Tab. 4.1), demonstrativa da utilização por espécies, evidencia o reduzido potencial madeireiro existente na área.

#### 4.1.6.3 — Discussões

Dentre os muitos problemas presentes no Nordeste brasileiro, a alta densidade demográfica é, sem dúvida alguma, a principal causa de degradação da cobertura vegetal, quando se necessário que medidas governamentais sejam aplicadas através de uma política florestal, compatível com a real necessidade homem/ambiente. Pois levando-se em consideração que na Região Nordeste os fatores ecológicos e sobretudo os problemas sócio-econômicos diferem em muito das demais regiões brasileiras, pode-se aventar que o Código Florestal Brasileiro, atualmente de âmbito nacional, carece de algumas reformulações, com o propósito de se aproximar cada vez mais das necessidades específicas regionais. Assim sendo, um código florestal a nível regional seria a melhor forma de se conseguir conjuntamente e em tempo hábil as soluções necessárias, ou, pelo menos, parte delas, para que o Nordeste brasileiro possa utilizar da melhor maneira possível seus recursos naturais renováveis.

É bastante notório que, na Folha em estudo, as áreas serranas (brejos de altitudes) são de capital importância, sendo responsáveis pela quase totalidade da sua produção agrícola, e como tal deveriam ser as primeiras a receberem maiores cuidados, objetivando a conservação e recuperação de seus solos.

De acordo com a Legislação Florestal (Lei n.º 4.771, artigo 2.º, letra "e" e artigo 10) as áreas com declividade acima de 45° são consideradas de preservação permanente e, nas situadas entre 25° e 45°, somente é permitida uma exploração racional, visando a rendimentos permanentes. Na região em apreço, tais áreas encontram-se totalmente desprovidas de vegetação e, conseqüentemente, desprotegidas contra o processo de erosão, que em um curto espaço de tempo tornará seus solos inadequados às práticas agrícolas. No entanto, preservar ou mesmo reflorestar uma área de "brejo", posicionada em meio à rigorosa região semi-árida, com espécies madeireiras, além de acarretar problemas de ordem so-

TABELA 4.  
Utilização de madeira por espécies

ESPÉCIES	PRODUTOS ACABADOS				CONSTRUÇÕES CIVIS									USO DOMÉSTICO		
	Cabos Ferramentas	Entalhados	Móveis	Tacos	Caixotaria	Dormentes	Esquadrias	Estacas	Esteios	Ferros	Módoes	Vigamentos	Carvão	Forrageira	Lenha	
Açoita-cavalo ( <i>Luehea divaricata</i> Mart.)		x	x												x	
Aimécega ( <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.)			x	x								x			x	
Ameixa ( <i>Ximenia americana</i> Linn.)	x														x	
Angico ( <i>Piptadenia macrocarpa</i> Benth.)			x	x		x	x				x	x	x		x	
Araçá ( <i>Psidium</i> sp.)	x												x		x	
Araticum ( <i>Annona</i> sp.)					x			x								
Aroeira ( <i>Astronium urundeuva</i> Engl.)						x			x		x	x				
Azeltona ( <i>Hirtella americana</i> Aubl.)					x					x						
Braúna ( <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.)						x					x	x				
Carnaúba ( <i>Copernicia cerifera</i> (Arr. Cam.) Mart.)								x	x		x	x				
Catanduva ( <i>Piptadenia obliqua</i> (Pers.) Nacbr.)													x		x	
Catingueira ( <i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.)								x			x		x	x	x	
Cedro ( <i>Cedrella</i> sp.)		x	x		x		x			x						
Coaçú ( <i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.)													x		x	
Cumaru ( <i>Torresea cearensis</i> Fr. All.)			x				x									
Facheiro ( <i>Philoscereus</i> sp.)								x	x							
Faveira ( <i>Parkia platycephala</i> H.B.K.)														x		
Frel-jorge ( <i>Cordia</i> sp.)			x		x		x									
Guabiroba ( <i>Eugenia</i> sp.)								x					x		x	
Guajiru ( <i>Chrysobalanus icaco</i> Linn.)													x		x	
Imburana-de-cambão ( <i>Bursera leptophloeos</i> Mart.)		x					x	x		x	x					
Jacarandá ( <i>Swartia flaeamingii</i> Raddi.)						x		x								
Jatobá ( <i>Hymenaea</i> spp.)							x		x		x	x	x		x	
Juazeiro ( <i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.)					x			x						x	x	
Jucá ( <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.)								x			x			x		
Jurema ( <i>Mimosa</i> spp.)								x			x		x	x	x	
Maçaranduba ( <i>Manikara</i> sp.)						x		x				x				
Mandacaru ( <i>Sereus jamacaru</i> P.D.C.)							x	x						x		
Mangue-verdadeiro ( <i>Rhizophora mangle</i> Linn.)								x	x			x			x	



TABELA 4.1 — Conclusão

ESPÉCIES	PRODUTOS ACABADOS				CONSTRUÇÕES CIVIS								USO DOMÉSTICO		
	Cabos Ferramentas	Entalhados	Móveis	Tacos	Caixotaria	Dormentes	Esquadrias	Estacas	Esteios	Fôrros	Mourões	Vigamentos	Carvão	Ferragem	Lenha
Marmeleiro ( <i>Croton</i> sp.)								x	x						x
Mororó ( <i>Bauhinia</i> sp.)								x	x		x			x	x
Murici-da-mata ( <i>Byrsonima sericea</i> D.C.)			x	x		x	x								
Oiticica ( <i>Licania rigida</i> Benth.)							x								
Pajeú ( <i>Triplaris pachau</i> Mart.)							x								
Paraíba ( <i>Simaruba versicolor</i> St. Hil.)					x					x					
Pau-branco ( <i>Auxemma onocalyx</i> Taub.)								x	x		x		x		x
Pau-d'arco ( <i>Tabebuia</i> spp.)						x	x		x			x			
Pau-d'óleo ( <i>Copaifera</i> sp.)			x				x								
Pau-pombo ( <i>Tapirira guaianensis</i> Aubl.)							x			x					x
Pau-terra ( <i>Qualea grandiflora</i> Mart.)								x	x		x				x
Pereiro ( <i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.)			x	x								x			
Piquiá ( <i>Aspidosperma</i> sp.)							x	x	x		x				x
Quixabeira ( <i>Bumelia sertorum</i> Mart.)			x								x				
Sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.)								x			x		x	x	x
Sucupira ( <i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.)			x			x	x								
Violeta ( <i>Dalbergia</i> sp.)			x	x											

cial, não teria uma viabilidade econômica satisfatória. Contudo, o reflorestamento com espécies frutíferas não só justificaria o "bom uso da terra" pela produção sócio-econômica, como também seria altamente benéfico e ecológico no sentido de preservação do ecossistema pela manutenção da vida silvestre.

No "sertão", em geral ocupado por enormes latifúndios, a criação extensiva de caprinos e bovinos ainda é a melhor solução econômica e ecológica para a área. No entanto, após as construções de açudes e conseqüente irrigação, a área "sertaneja" passa a funcionar como área de "agreste", altamente produtiva de agricultura de consumo.

No "agreste", principalmente nas áreas ocupadas pela "Restinga" e pela Savana (Cerrado) dos tabuleiros da sedimentação Barreiras, o caju (*Anacardium occidentale*) é a árvore mais indicada ecologicamente para ocupar as áreas costeiras nordestinas, não só pela sua rentabilidade, como também pelo papel social que desempenha no uso de mão-de-obra agrícola e industrial. Além disso é nesta área, principalmente da "Restinga", que existe grande possibilidade ecológica na cultura de coco-da-índia (*Cocos nucifera*).

Merece ainda menção a ocorrência de uma área localizada a noroeste da Folha, próxima à serra dos Tucuns, revestida por uma

Estepe Arbórea Densa, que em face da pouca interferência humana mantém-se praticamente inalterada. Locais como este devem ser preservados, criando-se Reservas Florestais, pois observa-se em toda a Região Nordeste a quase inexistência de áreas, cuja cobertura vegetal ainda mantenha suas características originais.

#### 4.1.7 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — ABREU, S.F. de. A comissão científica de 1859. *R. trimens. Inst. Ceará*, Fortaleza, 33:198-207, 1919.
- 2 — AB'SÁBER, A.N. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, São Paulo, 1963. São Paulo, E. Blücher/Ed. Univ. São Paulo, 1963. 423p., p. 119-124.
- 3 — AUBRÉVILLE, A.M. *Essai de classification et de nomenclature des formations forestières africaines avec extension du système proposé à toutes les formations du monde tropical*. Ronéo, CCTA/CSA, 1956. p.247-288/Ropp Réunion Phytangambi/
- 4 — ———. Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africaines de végétation. *Bois Forêts Trop.*, Paris (51):23-27, jan./fév. 1957.

- 5 — ———. *Étude écologique des principales formations forestières du Brésil*. Paris, Centre Techn. Forest. Trop., 1961. 268p.
- 6 — ———. Vocabulaire de biogéographie appliquée aux régions tropicales. *Adansonia*, Paris, 10(4):439-497, 1970.
- 7 — AYRES DE CAZAL, M. *Corographia brasilica ou relação histórico-geographica do Brasil*. Rio de Janeiro, Typ. de Gueffier, 1833. 2v.
- 8 — BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H. Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.*, 66(355):193-220, mai/juin 1957.
- 9 — BEARD, J.S. The savanna vegetation of northern tropical America. *Ecol. Monogr.*, Durham, 23(2):149-215, 1953.
- 10 — ———. The classification of tropical America vegetation types. *Ecology*, Lancaster, 36(1):89-100, 1955.
- 11 — BRAGA, R. Pteridófitas cearenses. *B. Secr. Agric. Obras Publ.*, Fortaleza, 2:77-101, jun. 1951.
- 12 — ———. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 2. ed. Fortaleza, Impr. Oficial, 1960. 540p.
- 13 — BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Divisão de Vegetação. *Documento preliminar de uniformização da nomenclatura fisionômico-ecológica*. Rio de Janeiro, 1978. 43p. (Relatório interno RADAMBRASIL, 5-V)
- 14 — BURTT-DAVY, J. The classification of tropical woody vegetation types. *Imper. For. Inst. Pap.*, Oxford, 13, 1938.
- 15 — DANSEREAU, P. A distribuição e a estrutura das florestas brasileiras. *B. Geogr.*, Rio de Janeiro, 6 (61):34-44, 1948.
- 16 — DE MARTONNE, E. *Traité de géographie physique*. 5. ed. Paris, Lib. Armand Colin, 1932. v.3.
- 17 — DRUDE, O. *Handbuch der Pflanzengeographie*. Stuttgart, Verlag von J. Engelhorn, 1889. 582p.
- 18 — DUCKE, A. Estudos botânicos no Ceará. *An. Acad. Bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 31(2):211-308, 1959.
- 19 — DUQUE, J.G. *Solo e água no polígono das secas*. 3. ed. rev. aum. Fortaleza, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1953. 306p. (Publicação 154, Ser. 1-A)
- 20 — ———. *O Nordeste e as lavours xerófitas*. 2. ed. Mossoró, Banco do Nordeste do Brasil, 1973. 238p.
- 21 — ELLENBERG, H. & MUELLER-DOMBOIS, D. Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stifrg. Rubel*, Zurich, 37:21-55, 1965-66.
- 22 — FIALHO, O. Aspectos do revestimento florístico do Maranhão. *R. Geogr. Hist. São Luiz*, 4(4):115-125, 1953.
- 23 — FONT-QUER, P. *Dicionário de Botânica*. 3. ed. Barcelona, Ed. Labor, 1970. 1.244p.
- 24 — FOURY, A.P. As matas do Nordeste brasileiro e sua importância econômica. *B. geogr.*, Rio de Janeiro, 31 (228):30-84, maio/jun. 1972.
- 25 — FRENGUELLI, J. Rasgos principales de la fitogeografía argentina. *R. Mus. la Plata Secc. Bot.*, La Plata, 3:65-181, 1941.
- 26 — FRÓIS, R. de L. Estudo sobre a Amazônia maranhense e seus limites florísticos; 2.ª parte. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 15(1):96-100, 1953.
- 27 — GARDNER, G. *Viagem ao interior do Brasil, principalmente nas províncias do Norte e nos distritos do ouro e do diamante durante os anos de 1836/1841*. Trad. de Milton Arnado. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia; São Paulo, Ed. Univ. de São Paulo, 1975. 260 p. (Reconquista do Brasil, 13)
- 28 — GÓES-FILHO, L. et alii. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SA.23 São Luis e parte da Folha SA.24 Fortaleza*. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 3)
- 29 — GOLFARI, L. & CASER, R.L. *Zoneamento ecológico da região Nordeste para experimentação florestal*. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1977. 116p. (Série Técnica PRODEPEF, 10)
- 30 — GOODLAND, R.J.A. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3.º, São Paulo, 1971. São Paulo, E. Blücher/Ed. Univ. de São Paulo, 1971. 239p. p. 44-60.
- 31 — GRISEBACH, A.H.R. *Die Vegetation der Erde nach ihrer Klimatischen Anordnung*. Leipzig, s. ed., 1982.
- 32 — HUMBOLDT, A.F. von. *Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse*. Tübingen, s. ed., 1806. 28p.
- 33 — KUHLMANN, E. O domínio da caatinga. *B. Geogr.*, Rio de Janeiro, 33(241):65-72, jul./ago., 1974.
- 34 — ———. Vegetação. In: FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro. *Geografia do Brasil; Região Nordeste*. Rio de Janeiro, 1977, v.2, p.85-110, il.
- 35 — LANJOUW, J. Studies of the vegetation of the Suriname savannas and swamps. *Med. Bot. Mus. Herb. Rijks. Univ. Utrecht*, Amsterdam, 33:823-851, 1936.
- 36 — LIMA, D. de A. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arq. Inst. Pesq. Agron.*, Recife, 5:305-341, 1960.
- 37 — ———. Recursos vegetais de Pernambuco. *B. téc. Inst. Pesq. Agron.*, Recife (41):1-32, ago. 1970.
- 38 — ———. Vegetação da bacia do Rio Grande, Bahia. *R. bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 35(2):223-232, 1975.
- 39 — LÖFGREN, A. *Contribuição para a questão florestal da região Nordeste do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro, Impr. Inglesa, 1923a. p. 61-145.
- 40 — ———. *Notas botânicas (Ceará)*. 2. ed. Rio de Janeiro, Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 1923b. 35p.
- 41 — LUETZELBURG, P. von. *Estudo botânico do Nordeste*. Rio de Janeiro, Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 1922. 3v. (Publicação, 57, Ser. 1-A)
- 42 — MAKSOUD, H. *Hidrologia e possibilidades hidrenergéticas da bacia do rio de Contas, na Bahia*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1964. 195p.
- 43 — MONTOYA MAQUIN, J.M. Ecología; el acuerdo de Yamgambí (1956) como base para una nomenclatura de tipos de vegetación en el trópico americano. *Turrialba*, Turrialba, 16(2):169-180, abr./jun. 1966.
- 44 — MORELLO, J.A. & TOLEDO, C.S. El bosque chaqueño. I. Paisaje primitivo, paisaje natural y paisaje cultural en el oriente de Salta. *R. Agron. Noroeste Argentino*, Tucuman 3(1/2):5-81, 1959.
- 45 — OVIEDO Y VALDEZ, G.F. *História general y natural de las Índias*. Madri, s.ed., 1851.
- 46 — PARENTE, E. Plantas de valor econômico, no Ceará. In: GIRÃO, R. *O Ceará* 3. ed. Fortaleza, Ed. Fortaleza, 1966. p.3-12.
- 47 — PARENTE, E. & QUEIRÓS, Z.P. Essências florestais das serras do Ceará. *Brasil Flor.*, Rio de Janeiro, 1(4):30-36, 1970.

- 48 — RIZZINI, C.T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 25(1):3-64, 1963.
- 49 — ROCHA, F.D. da. Subsídio para o estudo da flora cearense. *R. Inst. Hist. Ceará*, Fortaleza, 60:226-253, jan./dez. 1946.
- 50 — SAMPAIO, A.J. de. *Fitogeografia do Brasil*. 3.ed. rev. e aum. São Paulo, Ed. Nacional, 1945. 372p. (Biblioteca Pedagógica Brasileira, Sér. 5:Brasiliiana, 35)
- 51 — SCHIMPER, A.F.W. *Plant-geography upon physiological basis*. Trad. de W.R. Fischer. Oxford, Clarendon Press, 1903. 839p.
- 52 — SCHIMPER, A.F.W. & FABER, F.C. von. *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. Jena, Fischer, 1935. 2v.
- 53 — SCHNELL, R. *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux*. Paris, Gauthier Villars, 1970-71. 2v.
- 54 — STRANG, H.E. Panorama da botânica brasileira. *B. geogr.*, Rio de Janeiro, 29(217): 71-102, jul./ago. 1970.
- 55 — STUDART, G. Geographia do Ceará. *R. trimens. Inst. Ceará*, Fortaleza, 38:3-124, 1924.
- 56 — STUDART FILHO, C. Fundamentos geográficos e históricos do Estado do Maranhão. *R. Inst. Ceará*, Fortaleza, 63:176-219, 1949.
- 57 — TAVARES, S. Contribuição para o estudo da cobertura vegetal dos tabuleiros do Nordeste. *B. Rec. Nat.*, Recife, 2(1/2):1-152, 1964.
- 58 — TROCHAIN, J.L. Nomenclature et classification des milieux végétaux en Afrique noire française. Les divisions écologiques du monde. *Colloq. CNRS*, 1954/59:73-90, 1954; *Année Biol.*, 31:317-334, 1955.
- 59 — ———. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. *B. Inst. Ét. Centrafr.*, nouv. sér., Brazzaville, 13/14:55-93, 1957.
- 60 — UNESCO, Paris. *International classification and mapping of vegetation*. Paris, 1973. 93p. (Ecology and conservation, 6)
- 61 — VELOSO, H.P. Os grandes climaxes do Brasil. IV Considerações gerais sobre a vegetação da região Nordeste. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 62:203-223, 1964.
- 62 — VELOSO, H.P. & STRANG, H.E. Alguns aspectos fisionômicos da vegetação do Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 68(1):9-76, 1970.
- 63 — VELOSO, H.P.; JAPIASSU, A.M.S.; GÓES-FILHO, L. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. *Parte das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju*. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 1)
- 64 — VELOSO, H.P. et alii. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins*. Rio de Janeiro, 1974 (Levantamento de Recursos Naturais, 4)
- 65 — ———. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. *Folha NA.20 Boa Vista e parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21*. Rio de Janeiro, 1975. 428p. (Levantamento de Recursos Naturais, 8) p.307-404.
- 66 — VIVEIROS, J.F. de. O babaçu nos Estados do Maranhão e Piauí; possibilidades técnicas e econômicas de cultura e exploração racionais. *B. Minist. Agric.*, 32(4):1-43, abr. 1943.
- 67 — WARMING, E. *Lagoa Santa e a vegetação de cerrados brasileiros* por Mário G. Ferri. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. Univ. de São Paulo, 1973. 386p.

## 4.2 — ESTUDO BIOCLIMÁTICO

### 4.2.1 — ANÁLISE BIOCLIMÁTICA

#### 4.2.1.1 — Introdução

A pequena extensão territorial da Folha SA.24 Fortaleza não reflete homogeneidade climática, geológica, de relevo e de vegetação. Situada em plena região equatorial, entre 2° e 4° de latitude Sul, com extensão maior no sentido dos paralelos e banhada pelo oceano Atlântico, abrange a parte mais setentrional do Estado do Ceará, porção nordeste do Estado do Piauí e o delta do Parnaíba no Estado do Maranhão. Incluída na sua quase totalidade dentro do chamado "Polígono das Secas", o qual tem seus vértices na embocadura do rio Longá no Parnaíba, Barra de São João da Praia no limite Piauí—Maranhão e Fortaleza (Andrade, 1964). A sua disposição no sentido leste—oeste permite distinguir a parte oriental, o centro e a parte ocidental, todas com características próprias.

No relevo os acidentes que mais se destacam são os Planaltos da Ibiapaba, Meruoca e Uruburetama. A serra da Ibiapaba disposta no sentido norte—sul, a oeste, serve como referência à transição das influências amazônicas na área. Faz parte das *cuestas* que marcam a Bacia Sedimentar do Meio Norte que forma os terrenos do Piauí e Maranhão. No centro da Folha destaca-se o conjunto das serras Meruoca—Rosário e, mais a leste, a serra da Uruburetama. Outras de menor expressão surgem a leste (Danças, Juá-Conceição e Camará), contornando o compartimento mais seco da parte central. Serras ou pequenos planaltos residuais distribuem-se por toda a área, alinham-se quase sempre em semicírculos e formam compartimentos que têm grande influência no clima.

A hidrografia, constituída exclusivamente de rios intermitentes como os rios Longá, afluente do Parnaíba, São Miguel, Ubatuba,

Coreaú e Acaraú, possui uma direção sul—norte. A partir do meridiano de 40°O seguem a direção SO-NE como o Aracati-Mirim, Aracatiaçu, Cruxati, Trairi, Curu e Ceará.

Apesar das altas temperaturas médias reinantes na área, a influência do oceano ameniza o clima, produzindo menor amplitude térmica, além da formação das brisas marítimas que tornam a faixa à beira-mar agradável e mais úmida.

Deve-se esclarecer que apenas uma estreita faixa, próxima ao litoral, é beneficiada pelas brisas, pois o rigor do clima interior atinge o litoral.

As temperaturas médias são altas (acima de 25°C) como também as máximas e as mínimas que caracterizam um clima quente. "O relevo tem enorme influência na temperatura, a queda adiabática de temperaturas em uma partícula de ar que se eleva é de 1°C/100 m, com taxa idêntica de aquecimento na descida. Nas regiões semi-áridas, a ausência de vapor de água no ar faz com que o resfriamento seja mais acentuado" (Serra, 1975). Desse modo, na área compreendida pela Folha, existem locais de altitudes elevadas onde as temperaturas são baixas, formando assim ilhas de clima mais ameno.

As precipitações com totais abaixo de 1.000 mm caracterizam a região com cobertura vegetal do tipo Estepo (Caatinga). Possuem extenso período seco de 6 a 8 meses e as diferenças pluviométricas entre localidades próximas ficam por conta do relevo. Ressalta-se que não só os totais da precipitação devem ser levados em consideração, mas a sua extrema irregularidade durante o ano, como também de um ano para outro, fazendo com que surjam períodos com 2 ou mais anos seguidos de reduzida pluviosidade, provocando as "secas", causadoras de sérios problemas sócio-econômicos.

A influência do relevo, oferecendo um obstáculo às correntes de ar, faz com que estas provoquem na sua elevação a formação de nevoeiros e precipitações nas encostas voltadas para o mar. De outro modo, a descida para o interior resulta em limpeza e redução das chuvas ou áreas de reduzida pluviosidade. Estas diferenças são nitidamente marcadas nas regiões semi-áridas. Assim, as grandes unidades de maior altitude do relevo da Folha, bem como os pequenos planaltos residuais formam áreas úmidas a leste, ou nordeste, devido à orientação E-O dos alísios e, semi-áridas nas vertentes oeste, limite do "sertão". Aquelas encostas vão se apresentar como ilhas de vegetação florestal de caráter Ombrófilo ou Estacional encravadas na Estepe (Caatinga). Assim, ocorrem a barlavento das serras precipitações de até 2.000 mm e a sotavento dos acidentés mais representativos, entre 600 mm e 700 mm.

Na área estudada ressalta-se a parte norte e leste das serras da Ibiapaba, Meruoca e Uruburetama com vegetação florestal e maiores totais pluviométricos. A última serra forma no interior uma área "seca" com os totais mais baixos da Folha (menos de 600 mm), na "sombra da serra" eixo NE-SO. Este, entre Irauçuba—Juá, é o centro de onde se irradia, em curvas concêntricas a estes totais, estendendo-se para leste e norte. O mesmo irá ocorrer nas demais serras, porém com extensão menor (Tabs. 4.II e 4.III).

A área localizada a oeste do Planalto da Ibiapaba é mais úmida. Após a área seca a sotavento da serra, o regime das chuvas aproxima-se mais do centro-oeste com chuvas concentradas mais no verão (dezembro, janeiro e fevereiro) do que no outono (março, abril e maio). Geralmente, porém, as chuvas são de verão—outono e a seca de inverno—primavera (junho a novembro). Pode-se dizer

TABELA 4.II  
Totais pluviométricos dos "brejos" (serras)

LOCAL (PERÍODO)	ALTITUDE	JANEIRO	FEV.	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SET.	OUTUBRO	NOV.	DEZ.	TOTAL (mm)
Ibiapaba 1962—1974	885 m	239.9	235.8	540.5	557.3	292.7	118.0	50.8	13.4	35.7	19.2	12.4	61.1	2176.8
Meruoca 1912—1974	450 m	178.2	291.0	419.6	356.9	195.7	79.8	27.6	13.3	11.0	15.9	29.3	67.1	1685.4
Tiangua 1962—1974	795 m	160.5	178.7	292.1	320.5	209.8	50.0	36.8	8.2	3.9	6.4	14.3	48.3	1329.5
Ubajara 1962—1972	870 m	163.9	236.3	341.3	380.5	252.8	77.3	47.0	11.7	11.0	11.5	6.9	43.7	1583.9
Viçosa do Ceará 1962—1972	685 m	106.9	232.5	299.6	266.1	162.7	40.4	24.9	2.8	1.7	7.0	15.1	38.6	1198.3

Fonte: D.N.O.C.S.

TABELA 4.III  
Totais pluviométricos das "sombras das serras"

LOCAL (PERÍODO)	ALTITUDE	JANEIRO	FEV.	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SET.	OUTUBRO	NOV.	DEZ.	TOTAL (mm)
Matias 1962—1964	100 m	52.7	107.3	213.6	237.6	142.5	41.2	25.0	3.2	4.5	1.0	3.8	12.5	844.9
Aracatiçu 1962—1974	190 m	78.1	118.0	181.5	198.3	105.6	40.5	15.2	1.4	5.7	4.3	4.3	16.6	769.5
Irauçuba 1962—1974	190 m	50.2	79.7	148.0	185.7	102.5	38.3	18.9	2.8	1.4	1.4	0.8	22.6	652.3
Jua 1962—1974	180 m	72.5	84.8	132.3	173.0	86.3	26.5	16.9	0.7	0.1	1.5	1.6	11.8	608.0
Patos 1932—1974	150 m	77.6	115.0	188.9	211.2	122.5	31.3	7.8	0.0	0.1	0.0	1.1	16.3	771.8
Caracará 1912—1974	110 m	73.4	134.7	197.6	165.3	99.5	24.2	5.2	0.8	0.4	0.1	3.1	20.2	724.50
St.º Antônio da Pindoba 1962—1974	780 m	65.2	103.1	161.9	237.1	100.0	21.7	7.5	2.9	0.8	4.6	5.1	29.3	739.2

Fonte: D.N.O.C.S.



que há uma distribuição equitativa; um semestre chuvoso (o primeiro) e o outro seco (o segundo).

As chuvas que ocorrem na área abrangida pela Folha SA.24 Fortaleza são regionalmente chamadas de inverno (janeiro a junho) e a estiagem de verão (julho a dezembro) e são provocadas sobretudo pela CIT (Convergência Intertropical), visto serem predominantes em toda a região, durante o ano, os alísios de sudeste responsáveis pelo bom tempo. "A CIT é formada na região equatorial pela ascensão conjunta dos alísios de SE e NE, formando uma faixa nas baixas latitudes de chuvas de convecção" (Serra, 1971). A sua posição não é fixa em virtude do movimento anual do sol, mas desloca-se no decorrer do ano entre os paralelos 4° S e 11° N. Durante o inverno austral e primavera a CIT está no Hemisfério Norte. A partir de dezembro desloca-se para o sul e atinge 1° lat. iniciando as chuvas. No mês de março atinge sua posição mais meridional ao alcançar 3° lat., aumentando as precipitações. Em abril, a CIT volta para 2° lat. Sul o que faz os totais pluviométricos ficarem sem modificações. A partir de maio, ela retorna ao Equador (0°) e as chuvas começam a diminuir, principalmente no interior. Deste mês em diante as chuvas desaparecem, pois a descontinuidade já se encontra no Hemisfério Norte.

O movimento aparente do sol com deslocamento do Equador Térmico e consequentemente da CIT provocará também o avanço e recuo para norte e sul da massa de ar polar ao sul.

Quanto às chuvas, provocadas pelo sistema tropical marítimo, raramente atingem a área da Folha e são responsáveis por uma pluviosidade mais alta a leste.

Além da CIT e da massa tropical marítima a área pode ser atingida esporadicamente pela EC (Equatorial Continental). A respeito dela Adalberto Serra (1972) diz: "Na primavera, e sobretudo no fim da estação em novembro, a parte ocidental do NE começa a ser frequentemente ocupada por massas instáveis EC, que lhe trazem precipitações, limitadas porém à Bahia e Piauí, apenas ocasionais "chuvas de caju" ocorrendo no Ceará".

Localmente, áreas restritas serão beneficiadas por "precipitações ocultas" (orvalho e nevoeiro), associadas ao relevo, de grande significado, sem registros mas notados pela observação direta nas visitas realizadas. Não se pode deixar de levá-las em consideração por sua grande importância na área seca, principalmente no nordeste onde os "brejos" ou "serras" têm maior umidade ligada à sua presença.

#### 4.2.1.2 — Delimitação das regiões e sub-regiões bioclimáticas

Na delimitação das regiões e sub-regiões bioclimáticas, levaram-se em consideração o período seco, definido pelas curvas ombrotérmicas de Bagnouls & Gaussen (1957 e 1964), e a cobertura vegetal. A curva ombrotérmica é construída com o total mensal das precipitações, expresso em mm, e o dobro das temperaturas. Foram usados dados meteorológicos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), das estações de Fortaleza (CE), Parnaíba (PI), Sobral (CE), Guaramiranga (CE), Quixadá (CE), Quixeramobim (CE) e Terezinã (PI), a sul da Folha. Utilizaram-se as normais climatológicas da SUDENE (1963), elaboradas em convênio com o Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, das estações acima citadas e de Mondubim e Acaraú. Entretanto, as informações mais detalhadas seriam fornecidas pelos dados pluviométricos do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) que possui 102 postos na Folha. Através destes dados, é possível analisar o quanto representa o relevo para a compartimentação climática da área.

As curvas ombrotérmicas foram traçadas na proporção  $P \leq 2T$  e  $P \leq 3T$ , introduzidas por nós (Furtado & Fonzar, 1979). Nas estações de Parnaíba, Sobral e Fortaleza não houve alterações na duração do período seco para uma mudança de sub-região bioclimática. Fortaleza embora tenha a temperatura e precipitação passado para o mesmo ponto no gráfico, podendo ser considerado seco, a sua posição marítima garante-lhe o mesmo período seco.

De maior extensão em área da Folha, encontra-se a Sub-Região Termoxeroquimênica Acentuada, com 7 a 8 meses secos, com estiagem prolongada e muito marcada, caracterizando uma semi-aridez. A vegetação é caracterizada pela Região da Estepe (Catinga), chegando mesmo, o clima, em alguns locais, a quase árido, como em Sobral.

A leste, delimitou-se a Sub-Região Termoxeroquimênica Média determinada pelos dados de Fortaleza e Mondubim. A vegetação apresenta áreas com grande influência marinha e com um período seco de 5 a 6 meses. A mesma sub-região aparece a oeste nas áreas de contato da Savana com a Estepe. É registrada também no interior da área, associada ao relevo, "serras" com Vegetação Secundária Semidecidual. Apesar de não haver dados completos para o traçado das curvas ombrotérmicas nos três planaltos principais (Ibiapaba, Meruoca e Uruburetama) e outros menores, a delimitação desta sub-região orientou-se pela Vegetação Secundária (Região da Floresta Semidecidual), pelos dados pluviométricos do DNOCS e da estação de Guaramiranga (Serra de Baturité, "brejo" mais próximo ao sul da Folha). O período seco foi estimado levando-se em conta o seguinte raciocínio: a temperatura do mês mais frio em Guaramiranga está próxima a 20°C (19.6°C), consideraram-se 40 mm ( $P \leq 2T$ ) nos dados pluviométricos do DNOCS, abaixo do qual o mês é considerado seco. Obteve-se a média de 5 a 6 meses secos, nos postos das "serras" ou "brejos". Nestes locais, o relevo provoca um aumento nos totais pluviométricos, pois a presença do nevoeiro e da neblina atenua a estação seca, criando condições locais de um microclima.

O aumento da umidade acompanha a altitude, atingindo os máximos nos topos dos planaltos. Assim, uma terceira modalidade foi delimitada, o Termoxeroquimênico atenuado com 3 a 4 meses secos; baseado nos totais pluviométricos mais altos, pela curva de Guaramiranga (846 m), Ibiapaba (885 m) e Ubajara (870 m).

As curvas ombrotérmicas de Ibiapaba e Ubajara foram construídas com dados pluviométricos do DNOCS dos últimos 10 anos, onde havia dados de todos os meses e a temperatura média de Guaramiranga. As altitudes e posição geográfica são semelhantes, portanto são dados aproximados.

Examinando os dados pluviométricos das "serras" concluir-se-á que há anos a estação seca é rigorosa, atenuada porém, pela neblina e o orvalho que se forma em altitude. Em climas onde a pluviosidade é muito irregular como no NE, a água sob forma de nevoeiro e orvalho garante uma suficiência de umidade. Além do total maior da precipitação a Vegetação Secundária das florestas Ombrófila Aberta e Semidecidual liga-se também a inexistência de uma marcante estação seca pela umidade reinante no ambiente.

A adaptação feita para o índice, mudando-se a proporção, como também a fundamentação teórica para a descrição da vegetação tem sido uma preocupação constante, não para testá-la com a vegetação, mas para relacioná-la com o pensamento dos vários estudiosos da vegetação e de Bagnouls & Gaussen (1957) na caracterização do bioclima. Neste sentido fez-se um exaustivo levantamento bibliográfico dos trabalhos de diversos autores, visando a justificativas mais seguras na descrição dos elementos da vegetação e do clima das sub-regiões. Assim, antes da sistematização de sua classificação climática, Gaussen (1955) expressa idéias coincidentes com as descrições feitas até aqui (Fig. 4.17).

#### 4.2.1.2.1 — Termoxeroquimênico atenuado

Na delimitação dessa sub-região levaram-se em conta: o mapeamento da vegetação caracterizada como Vegetação Secundária da Região da Floresta Ombrófila Aberta; os dados pluviométricos elevados registrados pelo DNOCS; e as curvas de Guaramiranga (CE), Ibiapina (CE) e Ubajara (CE) já referidos anteriormente (Fig. 4.18).

Há de se considerar nesta área as "precipitações ocultas" (orvalho e nevoeiro) que fornecem uma umidade constante e tornam a estação seca a menos significativa das registradas noutras áreas. A presença de postos meteorológicos completos com medi-

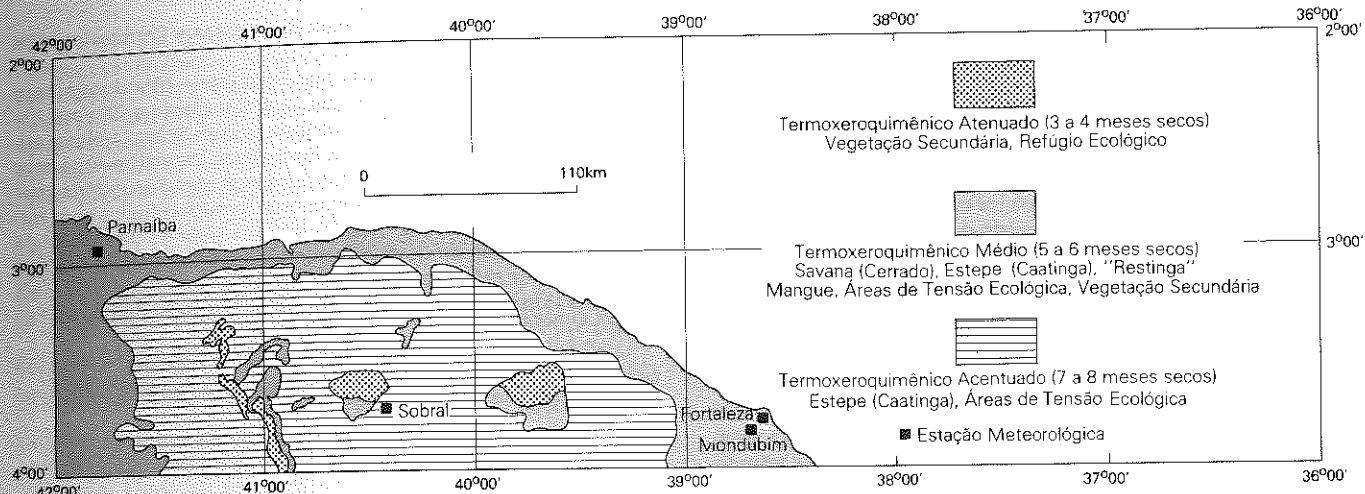


Fig. 4.17 - Mapa Bioclimático da Folha SA.24 Fortaleza.

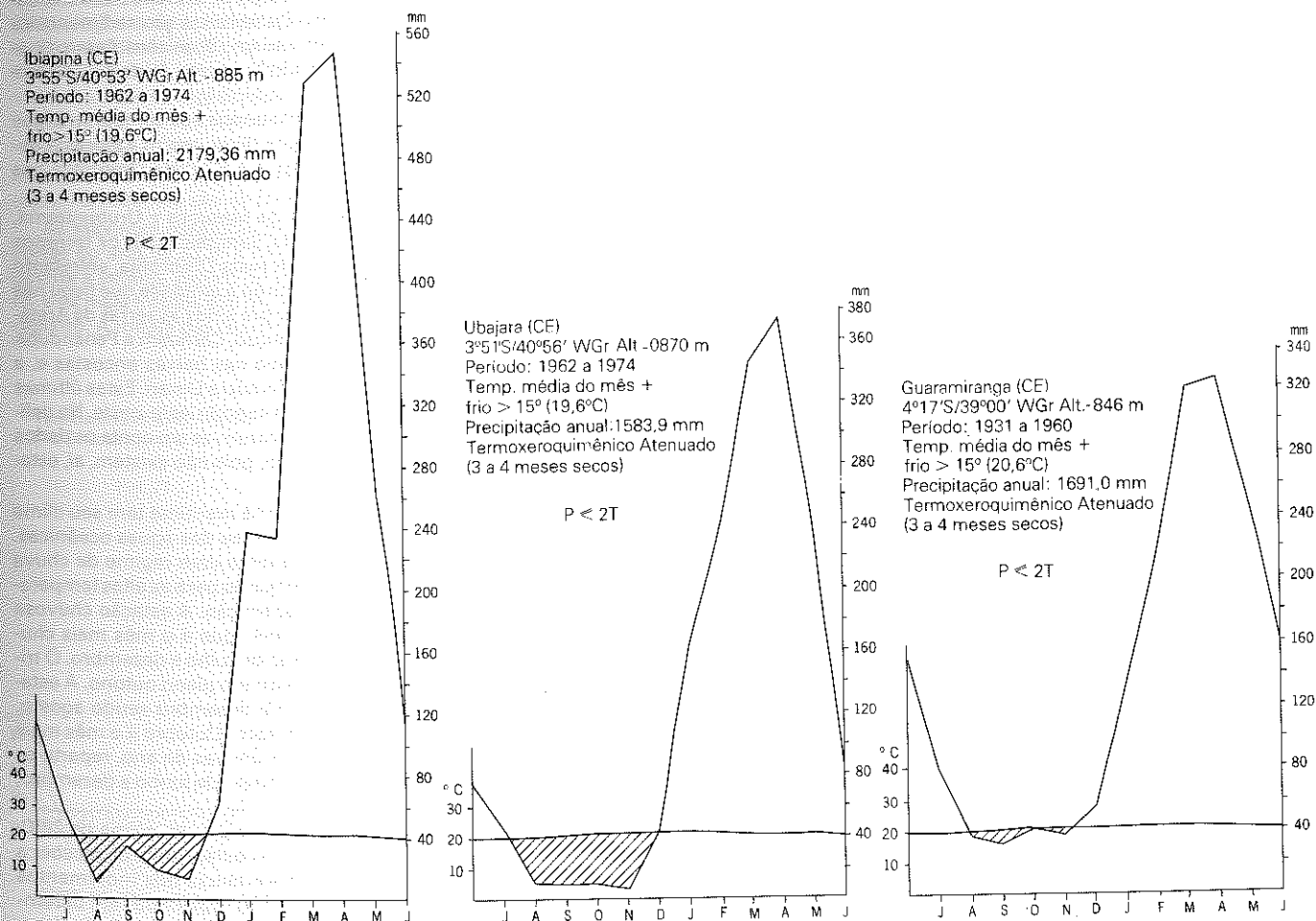


Fig. 4.18 - Curvas ombrotérmicas.

das da umidade relativa, orvalho e nevoeiro, nos daria uma medida exata das condições ecológicas destes locais. Chamados regionalmente de "brejos" ou "serras", eles têm sido definidos em função da caracterização da vegetação e menos em seus limites ecológicos. É certo que neles se consideram a latitude, a umidade, a exposição ao fluxo das massas de ar e a altitude. A sua caracterização, todavia, deve levar em conta não só os elementos mas um complexo de relações, somente possíveis após vários estudos das unidades isoladas para se chegar a um denominador comum.

O clima Termoxeroquimênico atenuado na classificação de Gausson possui 3 a 4 meses secos. A curva térmica é sempre positiva. Os dias curtos são secos e a temperatura média do mês mais frio é superior a 15°C. Meher-Homji (1963) salienta este clima como florestal, fazendo uma ressalva: "Il se trouve aussi dans les montagnes de la region 4bTh à caractere moyen: 5 a 6 mois secs". Enquadra-se, pois, no complexo da Folha.

A Sub-Região Termoxeroquimênica Atenuada é coberta pela Vegetação Secundária, pertencente à Região da Floresta Ombrófila Aberta com a presença de babaçu. Cobre a face norte dos três planaltos maiores (vide 2 — Geomorfologia), com formas aguçadas ou relevo de topos contínuos com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separadas por vales em V, da Meruoca e Uruburetama. As duas últimas são definidas como do Cambriano Inferior do Complexo Nordestino (vide 1 — Geologia). Os solos dominantes são: o Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, Solos Litólicos e Afloramentos Rochosos (Vide 3 — Pedologia). Na Ibiapaba a floresta ocupa a escarpa leste, onde os terrenos são do Devoniano Inferior com placas de canga ferruginosa. Vários tipos de solos são registrados, tais como o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e os Litólicos. Nessas áreas praticam-se os cultivos da banana e do café, sendo que sua produção tem grande importância econômica regional.

#### 4.2.1.2.2 — Termoxeroquimênico médio

Esta sub-região foi delimitada a leste pela estação de Fortaleza (CE), com dados do INMET e Mondubim (CE), com dados da SUDENE. A oeste, situam-se as estações de Parnaíba (PI) e Teresina (PI), com dados do INMET. A estação de Mondubim (CE) foi enquadrada nesta sub-região devido a sua curva ombrotérmica e vegetação. O período de observação das normais da SUDENE é curto e muito antigo (1930-1940). Além disso, as observações pluviométricas do DNOCS (1961-75) confirmam o período seco. Esta classificação possui de 5 a 6 meses secos com chuvas de verão—outono (dezembro e junho). A curva térmica é sempre positiva, as estações são nitidamente caracterizadas por um período úmido e outro seco, bem marcados e de igual duração durante o ano. Há um equilíbrio entre a extensão da estação chuvosa e seca. A temperatura do mês mais frio é superior a 15°C (24°C).

A planície litorânea é toda coberta pela Formação Pioneira "Restinga". As dunas de idade holocênica, formadas por areias de granulação fina Areias Quartzosas Marinhas (vide 3 — Pedologia), são cobertas pela "Restinga" herbácea com palmeiras. A "Restinga" arbustiva cobre, além das dunas, uma parte da Superfície Sertaneja (vide 2 — Geomorfologia) com argilas e arenitos do Mioceno e Pleistoceno do Grupo Barreiras com solos formados por Areias Quartzosas distróficas e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (vide 3 — Pedologia).

Entre os rios Coreau e Ubatuba, de leste para-oeste, logo após a "Restinga" litorânea, ocorre a Floresta Estacional Semidecidual em mistura com a "Restinga" e o Contato Savana/"Restinga" intercalado com faixas de Mangue.

Na foz do rio Parnaíba há uma faixa que se alonga para o interior como área de influência fluvio-marinha caracterizada pelo manguezal. O manguezal ocorre também na foz dos rios Ubatuba, Coreau, Acaraú e Cruxati. Para o interior surge, acompanhando em longo trecho o vale do rio Parnaíba, a Estepe Parque com palmei-

ras (carnaúba) em solos de Areias Quartzosas e Concrecionários (vide 3 — Pedologia).

A parte leste, representada por Fortaleza e Mondubim, tem como limites as serras das Danças, Juá, Conceição e Camará. Esses planaltos residuais do Pré-Cambriano com Solos Litólicos eutróficos, Planossolos Solódico e Podzólicos Vermelho-Amarelos (vide 3 — Pedologia) são cobertos por Vegetação Secundária, pertencente à Região da Floresta Estacional Semidecidual, e com cultivos de banana. Após a "Restinga", nos trechos de influência marinha, as pequenas serras são circundadas pela Estepe Arbórea Aberta com terrenos do Pré-Cambriano da Superfície Sertaneja em solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos e Distróficos (vide 3 — Pedologia).

A oeste, o Termoxeroquimênico médio é marcado sobretudo pelo contato da Savana com a Estepe e com a Floresta Estacional Semidecidual.

A Savana Arbórea Densa aparece no limite sudoeste da Folha no planalto da Ibiapaba, nos arenitos finos do Devoniano da Formação Pimenteiras em diferentes tipos de solos (vide 3 — Pedologia).

O extremo oeste da Folha é marcado pela Savana Arbórea Aberta. A Geologia ainda do Devoniano da Formação Pimenteiras, cobre-se com vários tipos de solos Litólicos, Concrecionários, Latossolos, etc. (vide 3 — Pedologia).

Seguindo o rio Longá, a oeste da Piracuruca, nos terrenos do Devoniano da Formação Cabeças, há a Savana Parque sem floresta de galeria, revestindo vários tipos de solos (vide 3 — Pedologia).

O Planalto da Ibiapaba é marcado pelos Contatos Savana/Estepe e Savana/Floresta Estacional. Os terrenos são sedimentares do Devoniano e os solos também variam: Brunizéns Avermelhados, Vertissolos, Concrecionários, Litólicos, etc. (vide 1 — Geologia e 3 — Pedologia).

Nas "serras" a vegetação é condicionada aos compartimentos do relevo e ao movimento ascendente do ar, assim a Floresta Semidecidual situa-se na meia encosta e a Floresta Ombrófila nas partes mais altas.

Na parte sul, interior das serras da Meruoca e Uruburetama, com Vegetação Secundária (Floresta Semidecidual) os terrenos são os mesmos onde se instalou a Floresta Ombrófila, entretanto sua posição mais para o interior restringe a umidade que ficou nas porções mais ao norte. Esta floresta cobre ainda as serras da Aratã, Maranguape, Camará, Juá, Conceição, Carnutum e Penanduba. O mesmo ocorre na serra da Ibiapaba nas baixas encostas e, a norte, nas serras de São Joaquim, D. Simão e Umari. Estas últimas são ramificações ligadas à primeira no sentido leste-oeste. Na delimitação deste bioclima, nas serras, levaram-se em conta os dados pluviométricos (DNOCS) e a vegetação, pois não existem, aí, estações com dados completos.

A estação de Fortaleza situada na orla marítima tem seu clima amenizado e regularizado pelas influências das águas oceânicas. Pode ser caracterizado como clima quente com regime de chuva tropical. O total das precipitações é reduzido para as altas temperaturas reinantes que favorecem a evaporação. A estação chuvosa inicia-se em janeiro, crescendo até abril, que é o mês mais chuvoso, diminuindo em junho e rareando de julho a dezembro. O trimestre mais chuvoso é de março a maio em pleno outono. A estação seca que principia em julho vai até dezembro sendo agosto, setembro e outubro, o trimestre mais seco. Outubro é o mês mais seco do ano. Quanto à distribuição das chuvas do ano, reparte-se em partes iguais; de janeiro a junho, chuva; de junho a dezembro, seca.

As temperaturas médias são altas o ano todo, acima de 26°C. Devido à sua localização as temperaturas estão longe de receber a influência do ar polar ficando na dependência dos movimentos aparentes do sol. As médias mais altas são registradas em dezembro, janeiro e fevereiro e as menores, no inverno, de junho a agosto.

As máximas absolutas ultrapassam a 33,5°C o ano todo, aumentam em dezembro, janeiro e fevereiro, verão, portanto os meses mais quentes. Existe apenas uma onda de máximas que diminuem de maio a agosto, durante o inverno austral. A maior máxima registrada no período foi 35,2°C (11.01.35 e 25.12.27). A média das máximas acompanha as máximas absolutas com uma única onda de totais elevados no verão e menores no inverno.

As temperaturas mínimas absolutas também são menores, sendo agosto o mês das menores mínimas e as mais altas de outubro e novembro, quando o período seco apresenta um maior rigor. A menor mínima registrada foi de 17°C (17.08.35). A média das mínimas possui a mesma variação das mínimas absolutas, sendo junho o mês de médias mais baixas e dezembro o de mais altas.

A umidade relativa devido à influência marinha está sempre acima de 73% e não ultrapassa 82,5% acompanhando o regime das chuvas.

Predominam os ventos de sudeste durante todos os meses, sendo grande o número de calmarias de janeiro a maio.

O orvalho é frequente o ano todo, mas o nevoeiro e névoa seca muito raros (Fig. 4.19).

A estação de Mondubim (CE), embora próxima a Fortaleza por sua posição mais ao sul e interior, mostrará algumas diferenças sensíveis com maior precipitação e período seco menos rigoroso, além de diferenças no ritmo das temperaturas. O total da precipitação anual excede ao de Fortaleza, é de 1.485,5 mm. Há uma distribuição anual equilibrada com 6 meses no verão—outono e 6 meses secos no inverno—primavera. As chuvas caem a partir de janeiro e os três meses chuvosos são fevereiro, março e abril. Neste último registra-se a precipitação máxima do ano. A partir de junho, as chuvas diminuem e se escasseiam até dezembro. O período mais seco é o da primavera (setembro, outubro, novembro) e os menores índices registrados foram em outubro no ápice da estiagem.

As temperaturas médias são mais baixas do que as de Fortaleza, entre 24°C e 25°C com máximas em novembro, dezembro e janeiro. As mínimas são de inverno (junho, julho e agosto).

As máximas absolutas demonstram uma regularidade no decorrer do ano de 32,5° e não ultrapassando a 35°C. O mês mais quente é janeiro, dentro do trimestre dezembro, janeiro e fevereiro, e os mais frescos são maio e junho, sendo o último o de menor registro. A média das máximas acompanha o ritmo das máximas

absolutas com onda única. A maior máxima foi de 34,6° em 22.09.26.

As mínimas absolutas, mais baixas, ocorrem no final do inverno e início da primavera: julho, agosto e setembro, sendo que neste último temos as menores. As mais altas são de fim de verão e começo de outono. Entretanto, há uma queda em março, o que não ocorre com a média das mínimas com onda única de verão. A menor mínima registrada foi de 17,6° C em 17.09.26.

A umidade relativa possui uma regularidade entre 70 a 74% durante o ano, acompanhando as chuvas.

A direção predominante dos ventos é de leste com velocidade moderada, mas de fevereiro a abril é grande o número de calmarias. Em março predomina a direção norte.

Mondubim além de maior total pluviométrico apresenta-se mais úmido que Fortaleza com dias de orvalho e nevoeiro em todos os meses do ano (Fig. 4.20).

A oeste, a estação de Parnaíba representa o Termoxeroquimênico médio. A curva ombrotérmica de Gausson mostra de 5 a 6 meses secos.

O total pluviométrico anual é de 1752,10 mm. As chuvas iniciam-se em dezembro, aumentando progressivamente até abril, que é o mês mais chuvoso (24% da precipitação anual). Até junho chove regularmente e a partir de julho, as chuvas diminuem escasseando até novembro que é o mês de menor registro. Durante este período é comum a ausência total de chuvas durante meses seguidos. Setembro, outubro e novembro são os meses mais secos. As chuvas concentram-se sobretudo no trimestre março, abril e maio.

As temperaturas médias são altas, sempre acima de 26°C com onda única. As médias mais altas ocorrem no final da estação seca: outubro e novembro. O mês mais chuvoso (abril) é o que registra a menor média.

A média das máximas é bastante alta, acima de 30°C, o mês de setembro registra as maiores médias (mais de 32°C) fazendo com que a primavera (setembro a dezembro) seja a estação mais quente. Elas declinam com as chuvas, coincidindo os menores números com o mês de março e abril que são os mais chuvosos.

As máximas absolutas estão acima de 31°C durante o ano todo. A primavera é a estação das maiores máximas, quase sempre acima de 34°C. A maior máxima registrada foi de 34,8°C em 08.09.72.

As médias das mínimas também são altas, acima de 22°C. As mais altas registram-se na primavera e início do verão (setembro e

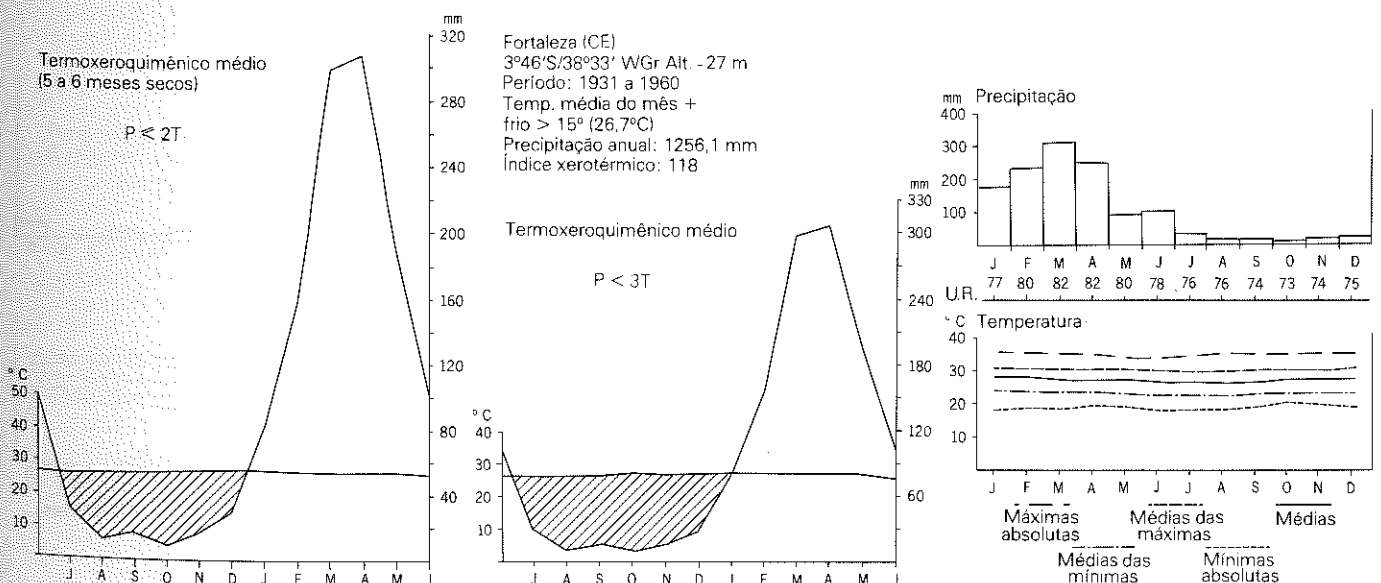


Fig. 4.19 - Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos.



dezembro), no final da estação seca. A mínima absoluta do mesmo modo é alta, quase sempre acima de 20°C, acompanhando o mesmo ritmo das médias. As menores mínimas ocorrem em junho que é o mês mais fresco. A menor mínima registrada foi 17.5°C em 05.07.74 (Fig. 4.21).

A estação de Parnaíba está localizada na foz do rio Parnaíba com grande influência marinha por isso recorremos a estação de

Teresina que é a referência mais próxima ao sudoeste da Folha. Nela o total pluviométrico é de 1297.0 mm, semelhante ao de Fortaleza, mas a sua distribuição durante o ano é diferente, pela proximidade com o centro-oeste, o que lhe dá semelhança à mesma, no seu ritmo climático e de vegetação. As chuvas iniciam-se em novembro e vão até maio. O trimestre mais chuvoso é fevereiro, março e abril com máximas em março. A partir de maio, as chuvas

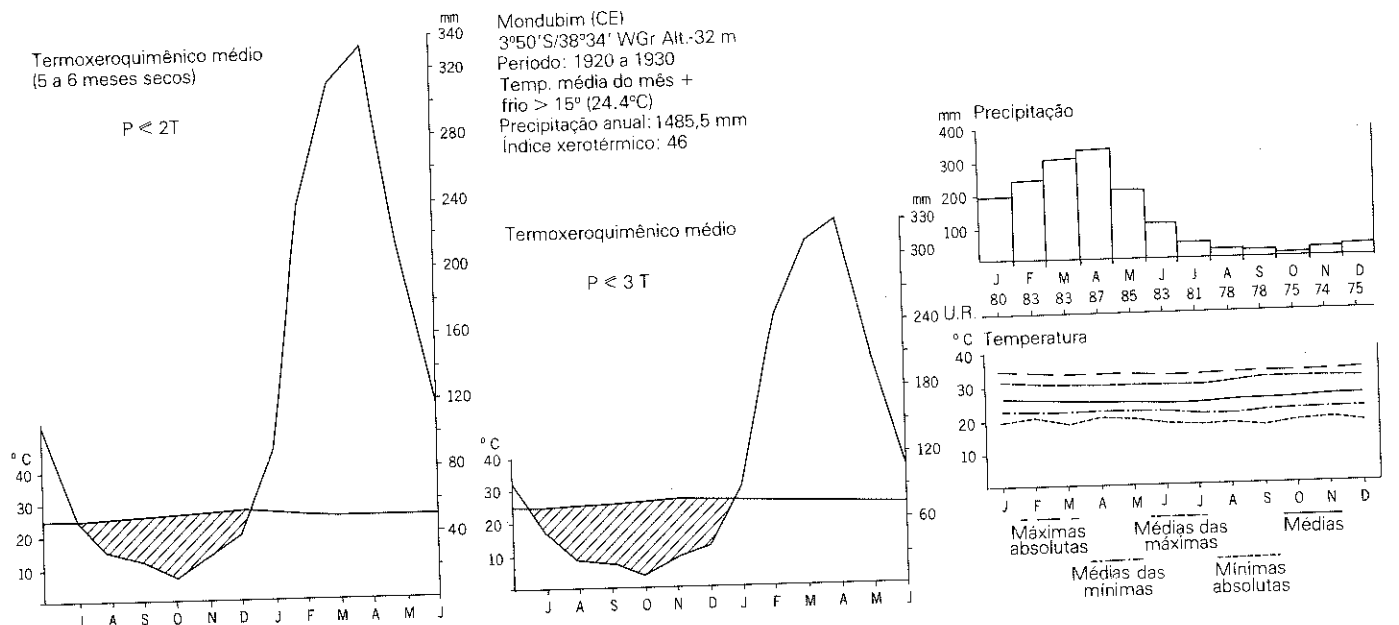


Fig. 4.20 - Curvas ombrotérmicas e análises dos elementos climáticos.

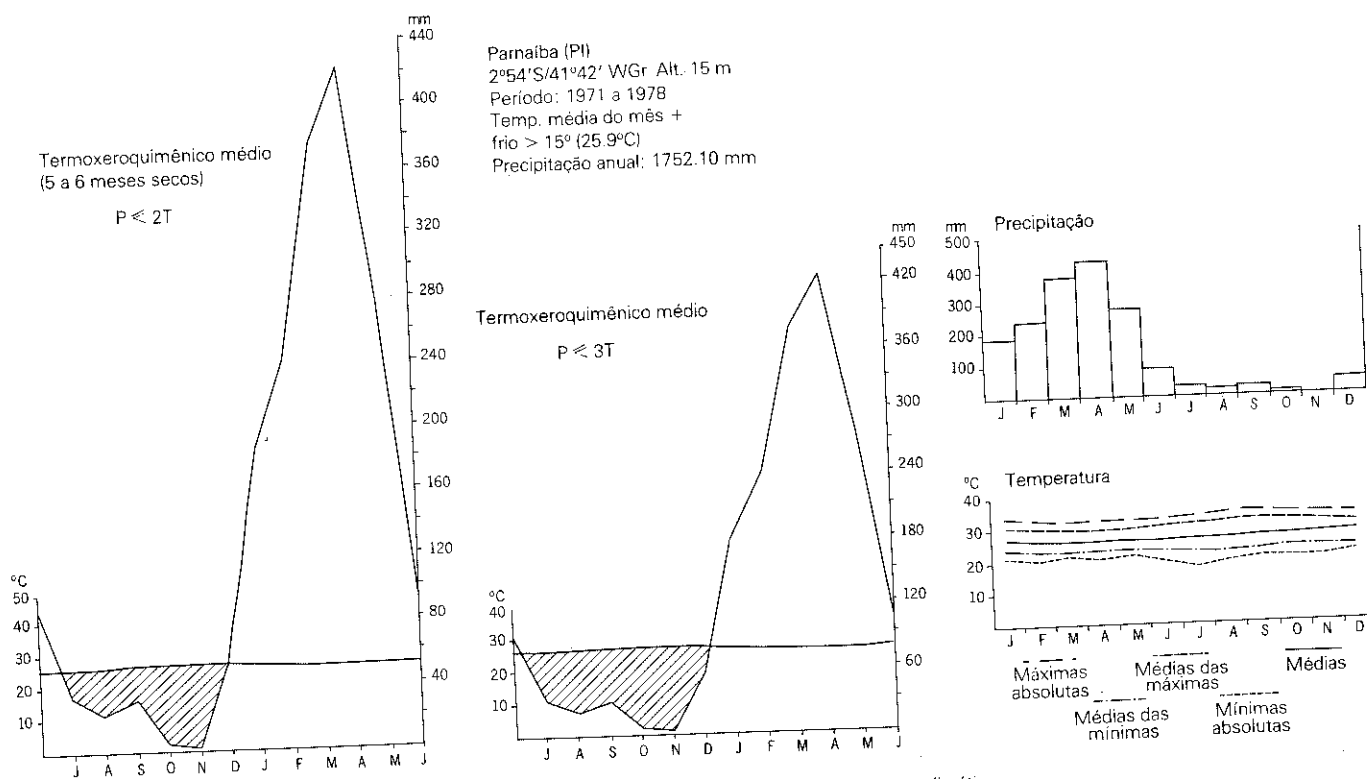


Fig. 4.21 Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos.

diminuem sensivelmente e rareiam de junho a outubro. O trimestre mais seco abrange julho, agosto e setembro. A estação seca é muito marcada. Neste período de julho a outubro cai apenas 6% do total das chuvas. Nos meses de março/abril cai 43.5% do total. Vê-se, pois, que as chuvas estão concentradas em alguns meses.

As temperaturas médias são altas, caracterizando um clima muito quente entre 25°C e 29.5°C. Elas começam a se elevar a partir de agosto, alcançando o máximo em outubro e novembro.

As máximas absolutas chamam a atenção pelos totais elevadíssimos, ultrapassando 40°C em outubro, novembro e dezembro. O mês mais quente é outubro, final da estação seca. Durante o ano descem abaixo de 35°C apenas em abril. A maior máxima registrada foi de 40.2°C e deu-se em 08.10.51. A média das máximas acompanha ligeiramente as máximas absolutas, antecipando para março o mês de menor máxima. Estas estão em todo o decorrer do ano acima de 31°C, chegando a 36.7° em outubro.

As mínimas absolutas estão abaixo de 20°C marcando grande amplitude térmica, característica das áreas mais adentro do continente e também "secas". As mais baixas registram-se em julho e agosto, abaixo de 15°C (14.6°C e 14.7°C). As máximas são de verão: janeiro, fevereiro e março. Este último é o mês de maiores índices. Há uma onda dupla pouco marcada com máximas em novembro e março, e mínimas de julho no inverno e dezembro com a chegada das chuvas. A menor mínima registrada foi de 14.6°C em 28.07.51. A média das mínimas segue o mesmo ritmo das mínimas absolutas caracterizando uma dupla onda, cujas médias estão acima de 20°C.

A umidade relativa decresce muito na estação seca com porcentagem abaixo de 60% em agosto, setembro e outubro, mais próximo ao clima da Savana (Cerrado): um clima tropical com estações seca e chuvosa e diminuição muito grande da umidade relativa no estio.

As normais (1921 a 1949 — SUDENE) dão para todos os meses, ventos predominantes de sudeste com calmarias. Há registro de orvalho com escasso nevoeiro e alguma névoa seca, notadamente na primavera.

Teresina no Piauí distingue-se assim por um clima quente com acentuado período seco. As altas temperaturas, a ausência de ventilação com grande número de calmarias, a baixa altitude, bem como a posição de seu sítio à margem do rio Parnaíba dão-lhe grande desconforto térmico (Fig. 4.22).

Nota-se, pois, que embora a parte leste e oeste e algumas serras da Folha estejam dentro da mesma sub-região bioclimática, apresentam entretanto características peculiares distintas no embasamento em cobertura vegetal.

#### 4.2.1.2.3 — Termoxeroquimênico acentuado

A maior parte da Folha encontra-se nesta modalidade com vegetação de Estepe (Caatinga) com diferentes fisionomias. A Estepe chega até o litoral, excetuando-se o mesmo apenas pela influência do mar. Este compartimento é limitado a oeste pela Ibiapaba e a leste pelas serras das Danças, Juá, Conceição e Camará. Embora o período seco esteja compreendido entre 7 a 8 meses, além do qual seria enquadrado como semidesértico, há uma grande diferença nos totais pluviométricos nas áreas interiores a sotavento das serras nas chamadas "sombra de serras". Assim, no geral, a precipitação está em torno de 1.100 mm a 1.200 mm, mas a "sombra" da serra da Uruburetama formará no interior um compartimento árido que tem seu eixo em Irauçuba (652.3 mm) e Juá (608 mm). Esse eixo de menor precipitação expande-se mais a oeste com pouco aumento da precipitação; Caracará 724.50 mm, Patos 771.8 mm e Aracatiçu 769 mm. O seu limite a oeste parece ser o Açude Aires de Souza com 803.9 mm e 877.5 mm em Santana do Acaraú a norte.

O mesmo ocorre na "sombra" da Ibiapaba, a oeste, onde Santo Antônio da Pindoba com 739.2 mm mostra a grande diferença do alto da serra à estação Ibiapina com 2.176.8 mm.

A leste tem-se Matias que a sotavento da serra Santa Luiza registra 844.9 mm. Estes são exemplos de maior expressão da influência do relevo no total das chuvas. No clima seco, qualquer acidente provoca um aumento ou redução da precipitação. A Estepe (Caatinga) torna-se mais xeromorfa com um maior número de cactáceas nas áreas mais secas. As rochas afloram e os solos rasos apresentam seixos de tamanhos variados.

Os totais pluviométricos são reduzidos (758.8 mm), concentrando-se em 4 meses de janeiro a maio. A partir de junho as chuvas diminuem, tornando-se praticamente ausentes até dezembro, num extenso período seco de 7 a 8 meses. As chuvas, além de escassas, concentram-se num certo período, sendo que de março a abril somam 52,57% do total anual. O trimestre mais chuvoso é fevereiro, março e abril, sendo março o mês que registra total maior.

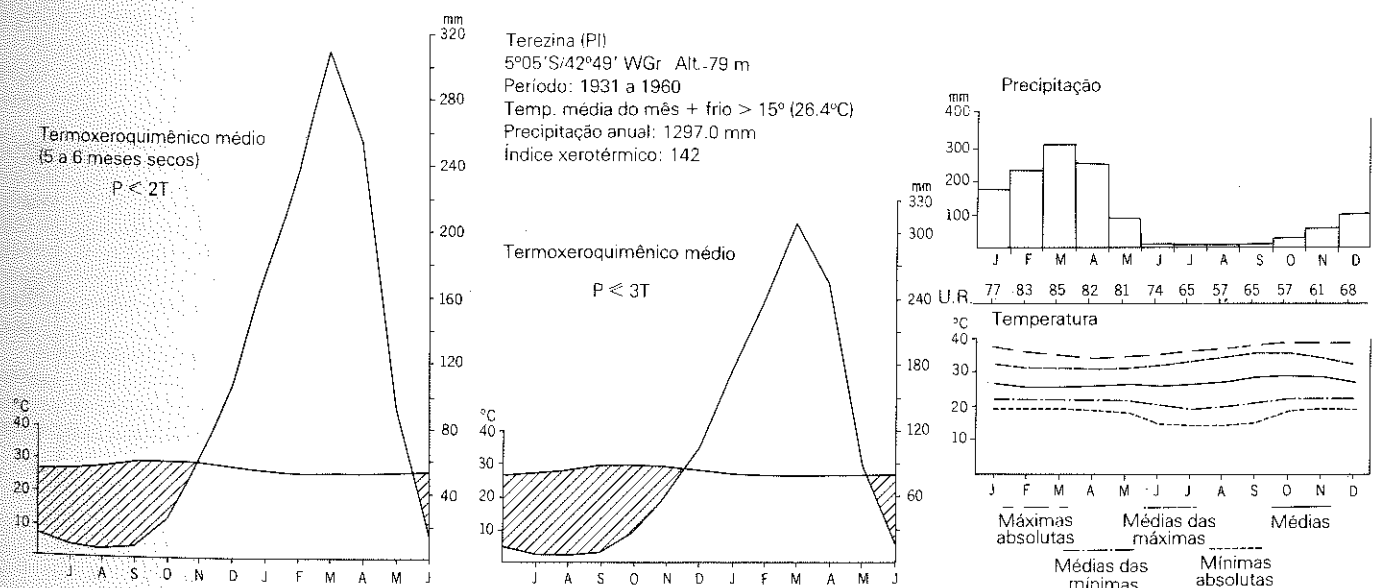


Fig. 4.22 - Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos.

As temperaturas médias são altíssimas sempre superiores a 26°C e diminuem com as chuvas, chegando em novembro, no final da estação seca, a mais de 29°C. Vão declinando até maio com o fim das chuvas para aumentar gradativamente a seguir.

As máximas absolutas são altas entre 37°C e 39°C. As médias ultrapassam a 39°C de outubro a janeiro. O mês mais quente é outubro. Há duas ondas nas máximas com picos em outubro e janeiro e mínimas de maio a dezembro. A maior máxima registrada foi de 39.4°C em 27.01.42 e 13.10.31.

A média das máximas possui onda única com máximas em outubro/novembro e mínimas de março/abril, nos meses de maior pluviosidade. Estas também são elevadas acima de 32°C e chegando a mais de 37°C.

As mínimas absolutas diminuem de junho a agosto e as mais altas de janeiro a abril, por volta de 20°C. Apesar de muito fraca nota-se uma queda no mês de dezembro, prenunciando uma segunda onda de altas mínimas. A menor mínima registrada foi de 17.4°C em 20.07.36. A média das mínimas com as mínimas absolutas são altas, acima de 22°C com uma única onda de máximas em dezembro/janeiro e mínimas de junho/julho.

As normais de 1920 e 1942 (SUDENE) fornecem como direção predominante o vento nordeste com grande número de calmarias, nos meses de junho e julho, predominam as direções nordeste e sudeste com velocidade muito baixa.

O orvalho e nevoeiro são muito raros.

O clima de Sobral surge assim, com extenso período seco e altas temperaturas durante o ano todo. As condições de semi-aridez são visíveis na cobertura vegetal. O que mais chama a atenção é a irregularidade cada vez maior das chuvas. Nos anos mais chuvosos ultrapassam 1.000 mm, chegando a extremos como em 1963 (1341.8 mm) e 1964 (1439.4 mm) e os anos excepcionais de 1974 com 1660.3 mm e 1945 com 2840.6 mm. Em compensação nos anos de "seca", cai menos de 500 mm como em 1945 com 257.2 mm, quando de junho a novembro não se registrou chuva e em 1951 com 304.4 mm onde nos meses de fevereiro, março, agosto, setembro, outubro e novembro registrou-se 0.0 mm de chuva (Figs. 4.23 e 4.24).

Na classificação de Gausson o clima Termoxeroquimênico acentuado possui de 7 a 8 meses secos. A temperatura média do mês mais frio está acima de 15°C e os dias curtos são secos. É a modalidade mais próxima ao Hemierêmico (Subdesértico quente).

A Estepe Arbórea Densa com palmeiras ocupa a superfície conservada entre o norte da serra da Ibiapaba e o rio Parnaíba, próximo às serras de S. Joaquim, D. Simão e Umari e nas proximidades da serra da Várzea Grande, a leste onde a pluviosidade é mais alta. Os terrenos são do Pré-Cambriano e do Grupo Barreiras com solos Podzólico Vermelho-Amarelo e Bruno Não Cálcicos (vide 1 — Geologia e 3 — Pedologia).

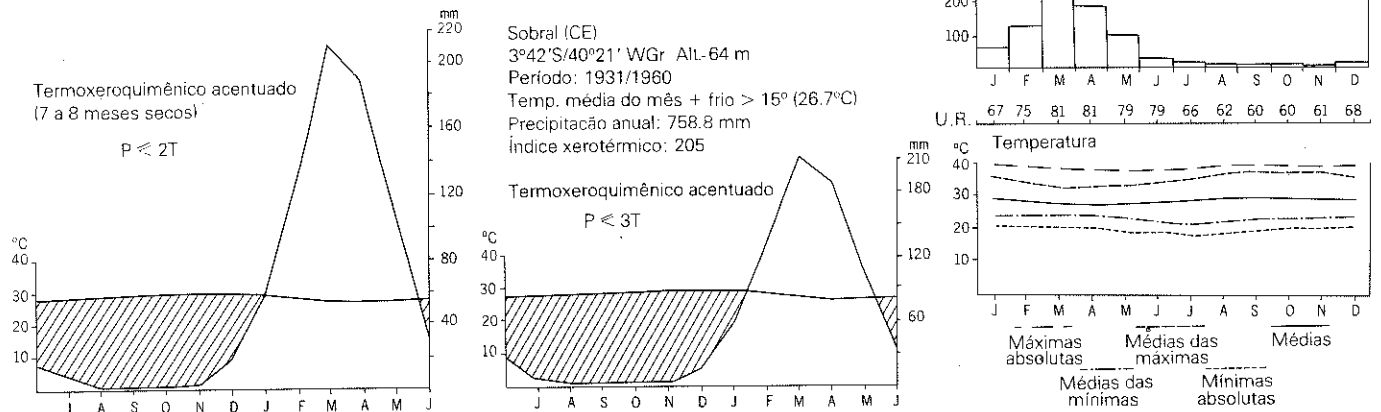


Fig. 4.23 - Curvas ombrotérmicas e análise dos elementos climáticos.

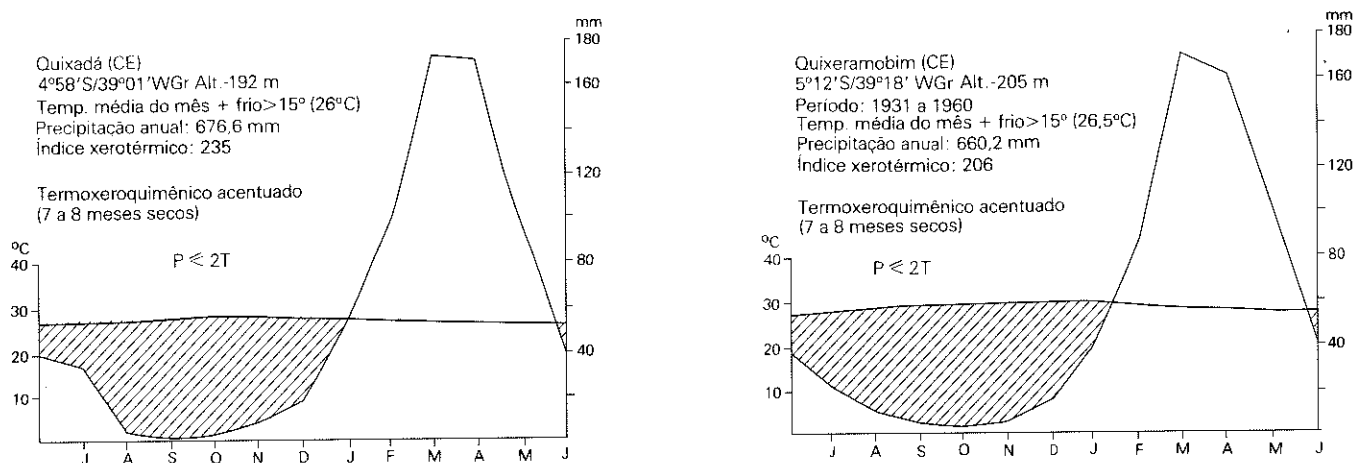


Fig. 4.24 - Curvas ombrotérmicas.

Na mesma localização, mais para o oeste do Planalto da Ibiapaba em geologia do Devoniano da Formação Serra Grande, há a Estepe Arbórea Densa sem palmeiras. Os solos são Latossolos, Areias Quartzosas e Solos Litólicos (vide 1 — Geologia e 3 — Pedologia).

A Estepe Arbórea Aberta com palmeiras cobre extensa área da porção central da Folha, sobre diferentes terrenos cambrianos e pré-cambrianos da Superfície Sertaneja, avançando para leste e sul da Folha nos terrenos do Siluriano e do Devoniano. Os solos são de vários tipos, próprios das regiões mais secas. Aparece ainda no sudoeste das Folhas no Planalto da Ibiapaba (vide 1 — Geologia e 3 — Pedologia).

Dominando o compartimento central mais seco, principalmente entre o rio Acaraú e Curu, encontra-se a Estepe Arbórea Aberta sem palmeiras. Aparecem em diversos tipos de substrato pré-cambriano, cambriano como também do Grupo Barreiras. São exclusivos dela solos Bruno Não Cálculos, podendo porém aparecer em outros tipos de solos.

A Estepe Parque localiza-se na "sombra das serras" onde a seca é maior no interior após as serras da Uruburetama e da Meruoca.

A oeste da serra da Ibiapaba onde a umidade orográfica não desapareceu totalmente os indivíduos da floresta persistem. A vegetação é de contato Estepe/Floresta Estacional. Os terrenos são do Devoniano da Formação Pimenteiros com solos Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Areias Quartzosas (vide 1 — Geologia e 3 — Pedologia).

Sobral representa a porção semi-árida do centro da Folha, onde o período seco prolonga-se em mais de 7 meses. Embora a curva ombrotérmica não ultrapasse o clima Termoxeroquimênico acentuado, se levarmos em conta a irregularidade de um ano para outro, torna-se mais representativo o período seco.

#### 4.2.2 — CONCLUSÕES

A vegetação de Estepe (Caatinga) da Folha SA.24 Fortaleza reflete, antes de tudo, a quantidade de água disponível e sua distribuição durante o ano. Os baixos totais pluviométricos e a extensão da estação seca mostram solos com pouca decomposição química pela falta de umidade, sempre associados a Solos Litólicos. A Estepe atinge o litoral, excetuando-se apenas estreita faixa litorânea ocupada com a "Restinga". Esta faixa do litoral nordestino inclui-se na parte mais "seca" que vai até o Rio Grande do Norte, onde a estiagem é mais rigorosa.

O relevo associado à circulação regional das massas de ar comanda uma compartimentação climática e conseqüentemente da vegetação.

A irregularidade das chuvas não só durante o ano, mas principalmente de ano para ano, representa o problema mais grave da climatologia do nordeste e constitui-se no fator que dificulta os planos de desenvolvimento. Impõe-se um estudo mais apurado das tendências dessas irregularidades. Neste aspecto os açudes, apesar dos problemas técnicos apresentados, podem regularizar o regime dos rios e impedir catástrofes que ocorrem nos anos mais chuvosos bem como amenizar a seca com o tratamento adequado das águas.

Apesar de a SUDENE possuir uma rede completa de postos pluviométricos, a ausência de estações completas, que possibilitem a coleta de dados de temperaturas e demais dados, é o fator limitante para o levantamento das verdadeiras condições climáticas

da região, principalmente a evaporação provocada pelas altas temperaturas reinantes. A instalação de estações completas nas partes mais altas das "serras", os chamados "brejos", não só serviria para caracterização do período seco, mas de todas as suas condições ambientais.

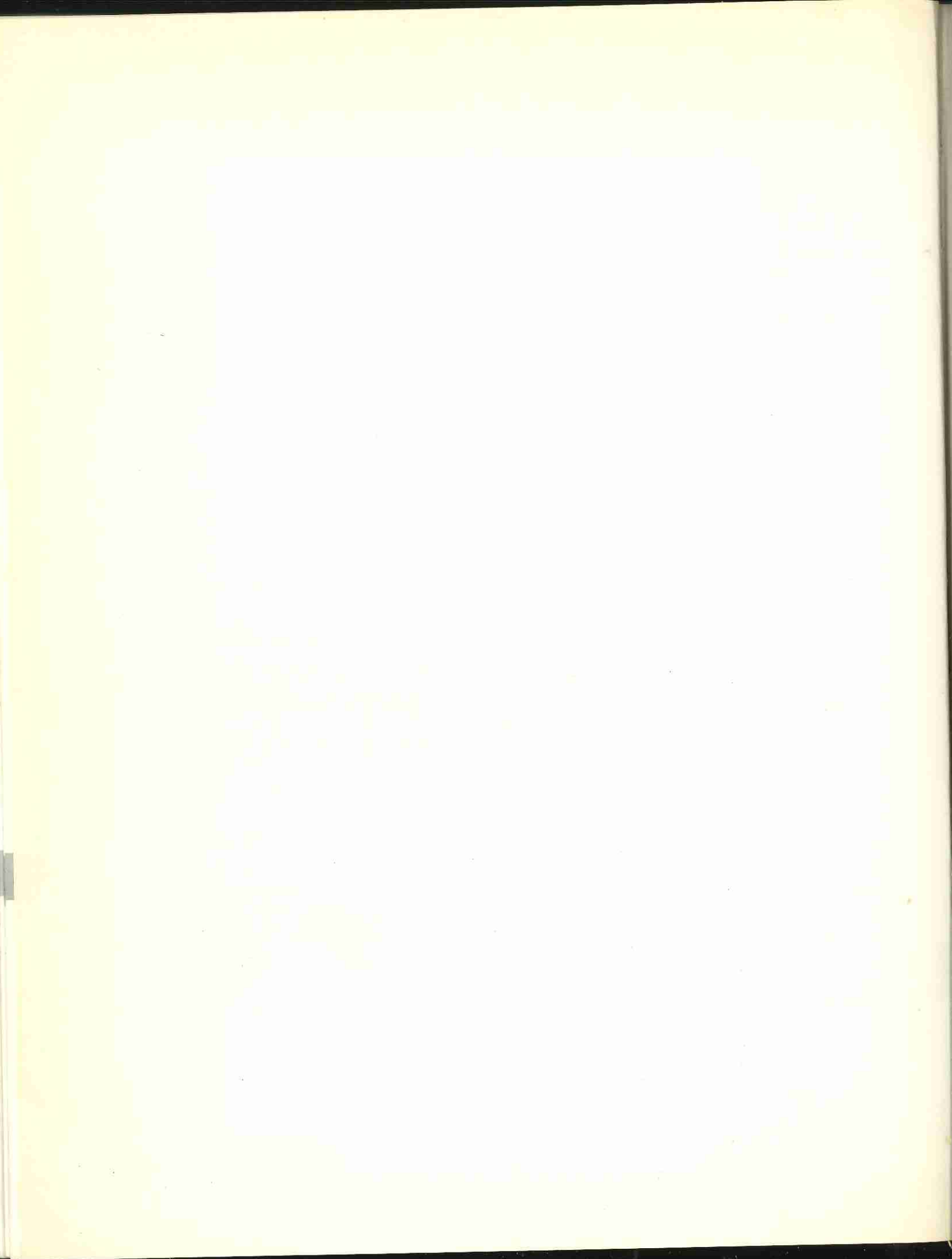
Os "brejos" são ilhas úmidas florestadas encravadas na Estepe (Caatinga), formada pela influência da altitude na pluviometria. A sua importância econômica e social na área semi-árida mereceria um estudo de detalhe visando a seu melhor aproveitamento e conservação. As condições ambientais de altitude, solo, umidade do solo e do ar e temperaturas, por si só, não explicam a presença destas ilhas florestais. A sua presença, no dizer de Lima (1964), são disjunções de uma floresta diversa das florestas costeiras, com fisionomia e composição próprias, de características inconfundíveis que se repetem em todos os brejos do Nordeste.

Os "brejos de altitude" do Nordeste poderiam ser "refúgios florestais orográficos" em locais com condições ecológicas, de época pretérita, especiais de expansão mais úmidas que a atual. Os períodos de expansão e retração da vegetação mais úmida e mais seca oferecem-se como ponto de estudo para a explicação de encaves em meio diferente de seu *optimum*.

#### 4.2.3 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — ANDRADE, M.C. de. *A terra e o homem do Nordeste*. 2. ed. São Paulo, Ed. Brasiliense, 1964. 265p.
- 2 — BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H. Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Geogr.*, 66(355): 193-220, mai/juin 1957.
- 3 — \_\_\_\_\_. Les climats tropicaux et la végétation. *Adansonia*, Paris, 4(2): 263-268, 1964.
- 4 — BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. *Normas climatológicas da área da SUDENE*. Recife, 1963. 82p.
- 5 — FURTADO, P.P. & FONZAR, B.C. As regiões fitogeográficas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico e bioclimático. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SD.20 Guaporé*. Rio de Janeiro, 1979 (Levantamento de Recursos Naturais, 19).
- 6 — GAUSSEN, H. Expression de milieux par des formules écologiques. Leur représentation cartographique. *Ann. Biol.*, Paris, 31(5/6): 257-269, mai/juin 1955.
- 7 — LIMA, D. de A. Esboço fitoecológico de alguns "brejos" de Pernambuco. *B. téc. Inst. Pesq. Agron.*, Recife (8): 3-10, 1964.
- 8 — MEHER-HOMJI, V.M. Les bioclimats du sub-continent indien et leurs types analogues dans le monde. *Trav. Sect. sci. tech. Inst. Fr. Pondichéry*, 7(1): 1-254, 1963.
- 9 — SERRA, A. Chuvas de outono. In: \_\_\_\_\_. *Circulação no hemisfério sul*. Rio de Janeiro, Escritório de Meteorologia, 1970-1 3v., v.3.
- 10 — \_\_\_\_\_. Clima seco-B (de estepe BS). In: \_\_\_\_\_. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Meteorologia, 1966-73. 38v., v.27.
- 11 — \_\_\_\_\_. Climatologia do Brasil. 2. Climatologia física, massa de ar e classificações climáticas. *B. geogr.*, Rio de Janeiro, 34 (244): 97-165, jan./mar. 1975.
- 12 — \_\_\_\_\_. Precipitação, orografia, massa de ar. In: \_\_\_\_\_. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisas, 1975. v.7







A — Panorâmica da Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado) sobre superfície pediplanada. Folha SA.24-Y-C. Junho 77

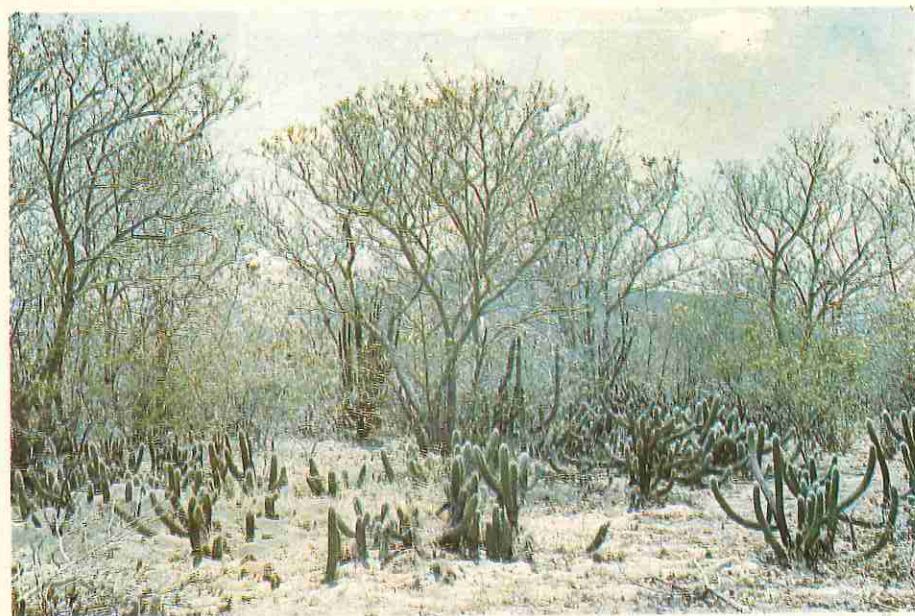


B — Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado), sobressaindo-se os exemplares de paus-terra (*Qualea* spp.). Folha SA.24-Y-C. Setembro/77.





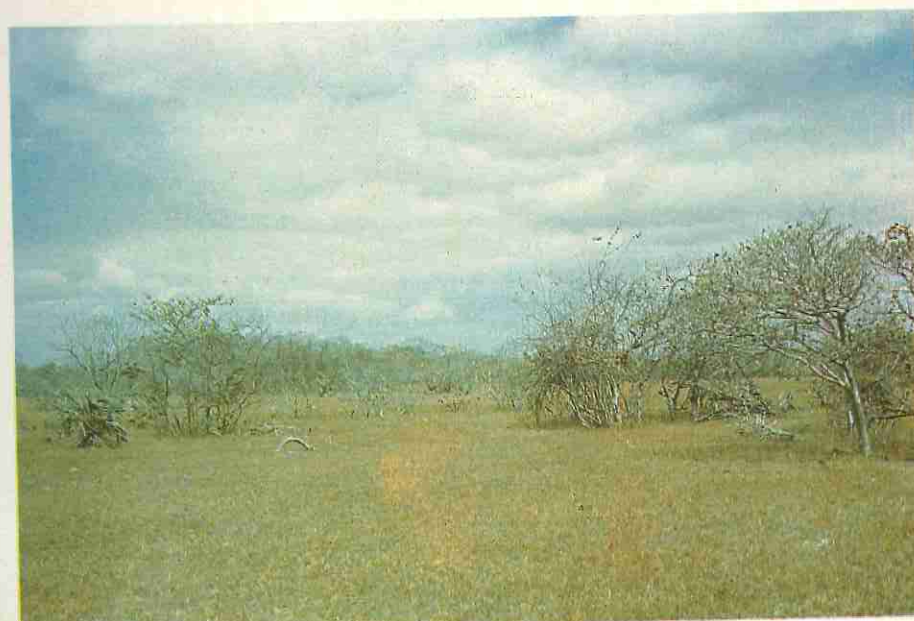
A — Estepe Arbórea Densa, revestindo uma superfície tabular estrutural. Folha SA.24-Y-C. Junho/77.



B — Estepe Arbórea Aberta, destacando-se o pau-branco (*Auxemma oncocalyx* Taub.) e o xique-xique (*Pilosocereus gounellei* Weber). Em segundo plano, aparecem os contrafortes do Planalto Residual da Uruburetama. Folha SA.24-Y-D. Setembro/77.

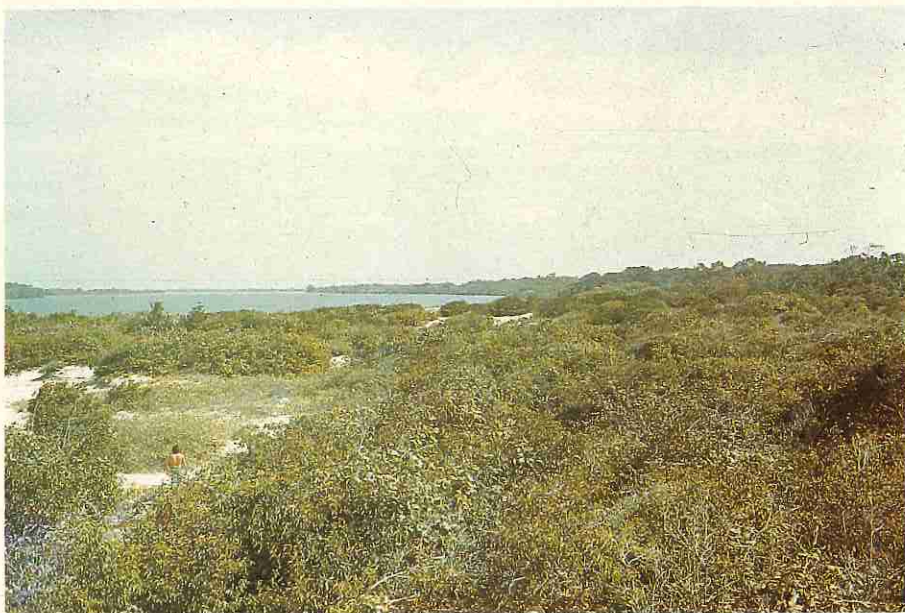


A — Vista da Estepe Parque (Parque de Caatinga) com palmeiras, sobressaindo-se a carnaúba (*Copernicia cerifera* (Arr. Cam.) Mart.). Folha SA.24-Y-D. Setembro/77.



B — Estepe Parque (Parque de Caatinga) caracterizado por um tapete herbáceo-graminóide temporário, em área inundável. Folha SA.24-Y-C. Setembro/77.

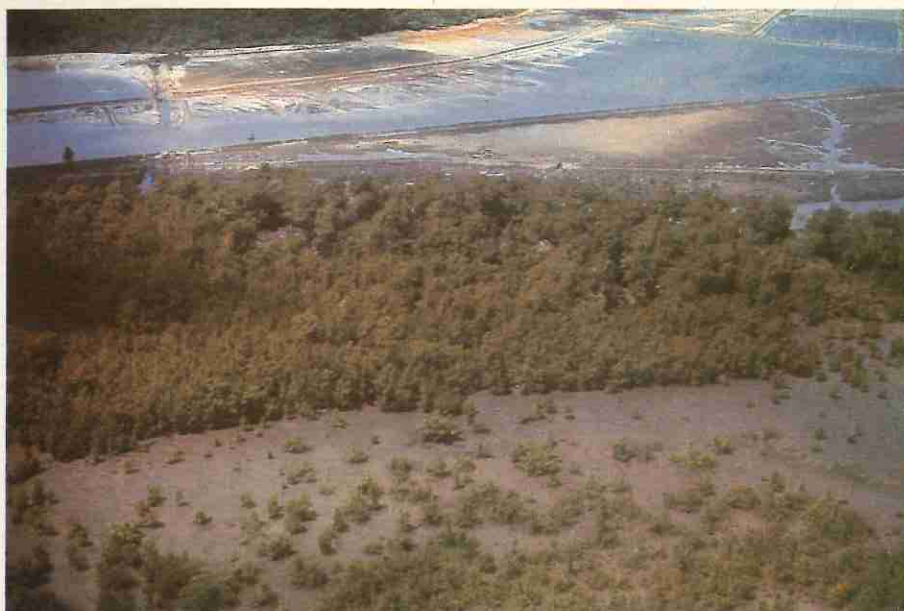




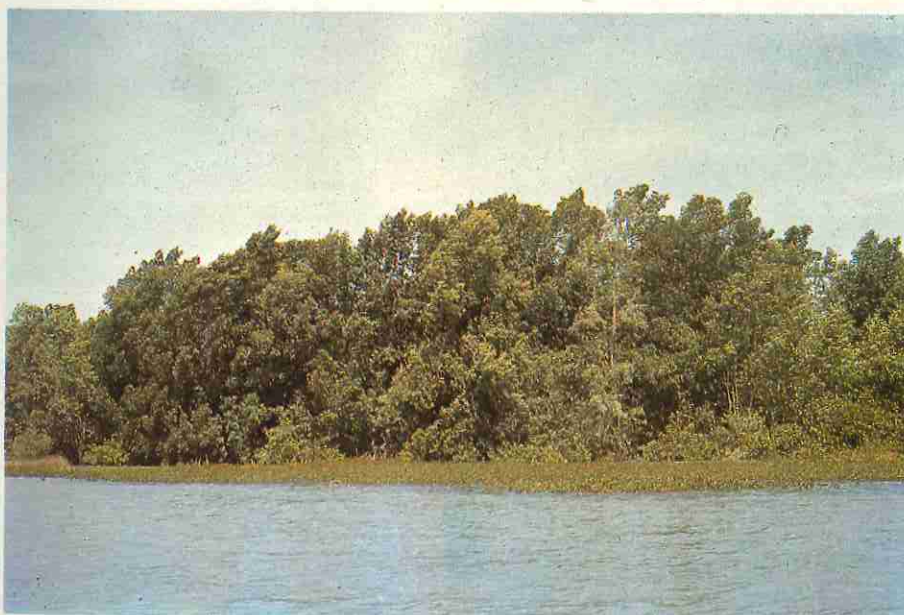
A — Revestindo as dunas próximas à foz do rio Parnaíba, aparece a vegetação Pioneira de "Restinga" Arbustiva, com ocorrência de puçá (*Mouriria* sp.) e da maçaranduba (*Manilkara* sp.). Folha SA.24-Y-A. Setembro/77.



B — Colonização de vegetação Pioneira de "Restinga" Herbacea, onde, nas elevações, destacam-se as palmeiras carnaúbas (*Copernicia cerifera* (Arr. Cam.) Mart.). Folha SA.24-Y-A. Junho/77.

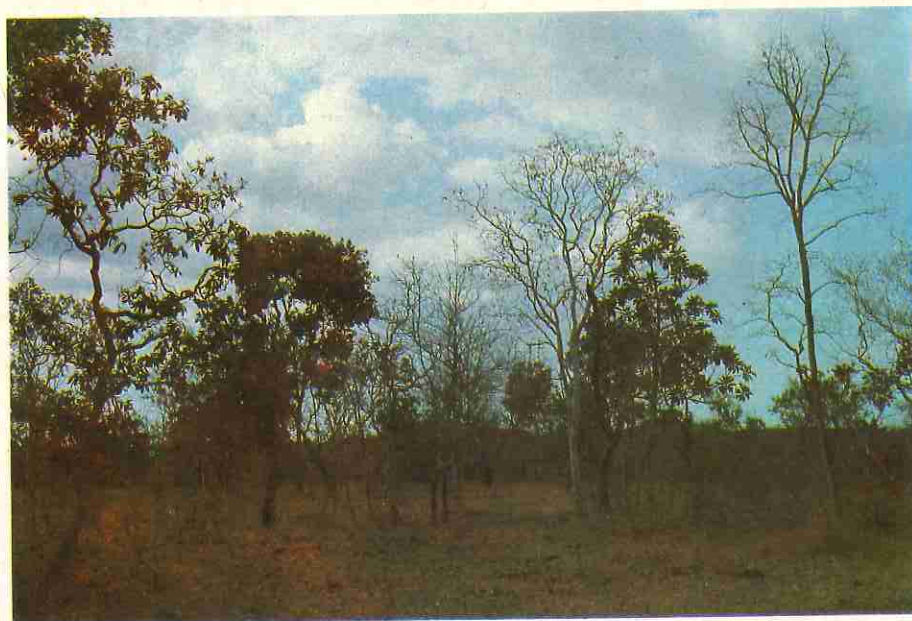


A — Formação Pioneira de Mangue, com predominância do mangue-canôé (*Avicennia nitida* Jacq.). Em segundo plano vêem-se tanques para a extração do sal (salinas). Folha SA.24-Y-A. Junho/77.

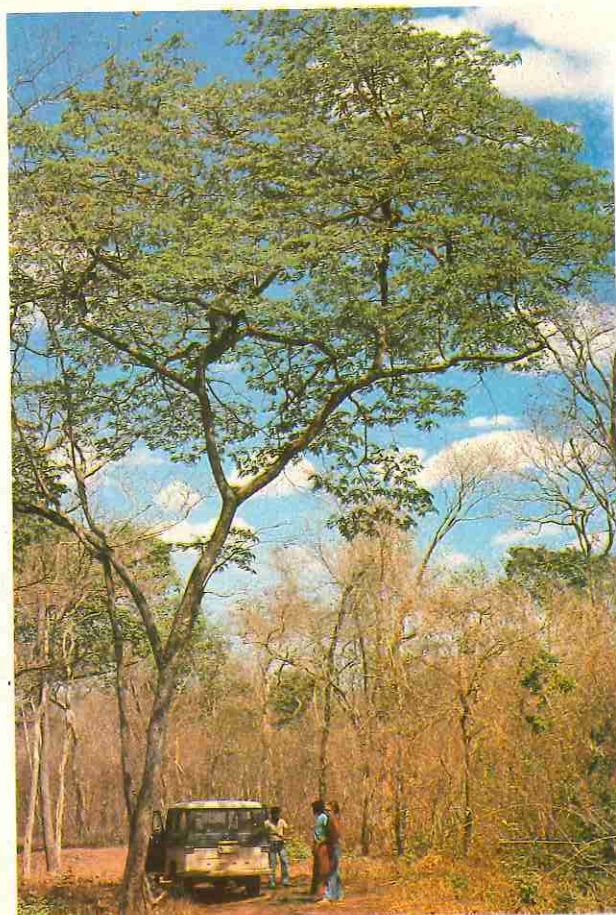


B — Formação Pioneira de Mangue, à margem direita do rio Parnaíba, observando-se as espécies mangue-canôé (*Avicennia nitida* Jacq.) e mangue-verdadeiro (*Rhizophora mangle* L.). Folha SA.24-Y-A. Setembro/77.





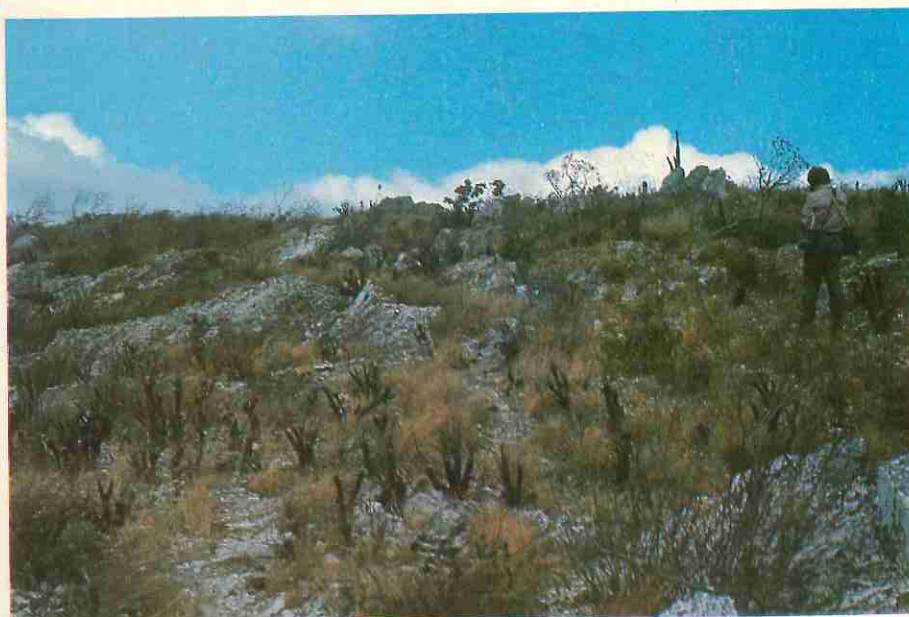
A — Área de Tensão Ecológica, Contato Savana (Cerrado) e a Estepe (Caatinga), notando-se grande atividade pastoril. Folha SA.24-Y-C. Novembro/77.



B — Área de Tensão Ecológica (Contato), entre a Estepe (Caatinga) e a Floresta Estacional Semidecidual, destacando-se o jacarandá (*Swartia flamingii* Raddi.). Folha SA.24-Y-C. Novembro/77.



A — Panorâmica da serra da Ubatuba, observando-se, à direita, o Refúgio Ecológico herbáceo e, à esquerda, um grupo de babaçu (*Orbignya* sp.). Folha SA.24-Y-C. Junho/77.

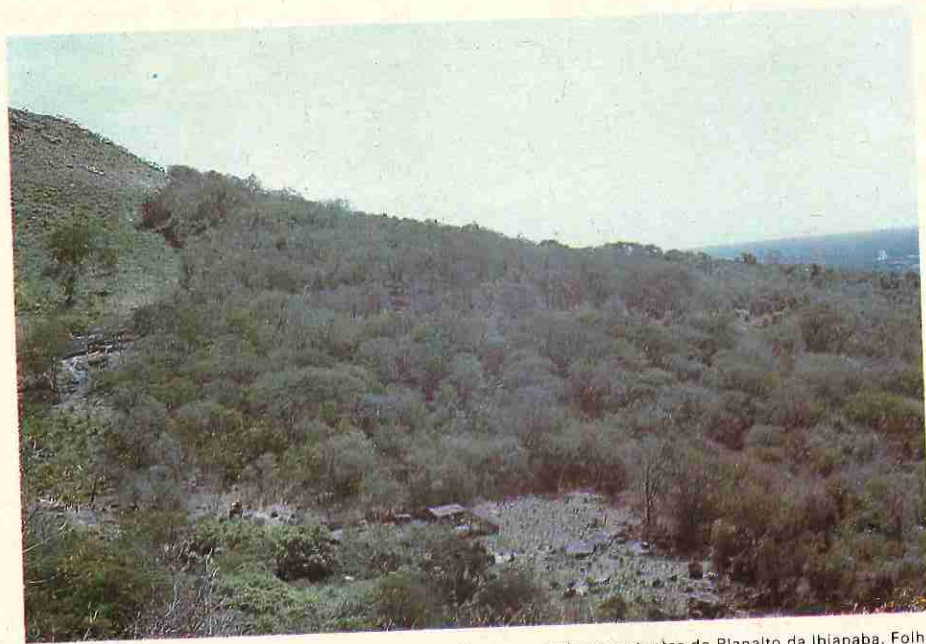


B — Refúgio Ecológico herbáceo nos terrenos quartzíticos da serra da Ubatuba, destacando-se a canela-de-ema (*Vellozia* sp.). Folha SA.24-Y-C. Novembro/77.





A — Vista da Floresta Estacional Semidecidual revestindo as encostas convexas do Planalto da Ibiapaba. Folha SA.24-Y-C. Junho/77.



B — Remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual ocupando as vertentes do Planalto da Ibiapaba. Folha SA.24-Y-C. Junho/77.

## **5 – USO POTENCIAL DA TERRA**

### **CAPACIDADE DE USO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS**

Eduardo Mendoza Torrico  
Manoel Faustino Neto  
Lauro Charlet Pereira  
Lilian de Aguiar Contente

### **RELAÇÕES USO ATUAL—USO POTENCIAL**

Eduardo Mendoza Torrico  
Zelia Vilar Guerreiro de Mello  
Lauro Charlet Pereira  
Ângela Maria Resende Couto

### **CLIMATOLOGIA**

Antonio Giacomini Ribeiro  
Ronaldo do Nascimento Gonçalves

COORDENAÇÃO  
Mario Pestana de Araujo

ASSESSORIA  
Eduardo Mendoza Torrico

ASSISTÊNCIA BASE DE APOIO DE NATAL  
Fernando Sergio Benevenuto

Relatório elaborado de agosto/79 a janeiro/80  
Diretor no período: Mario Pestana de Araujo

362/USO POTENCIAL DA TERRA

## RESUMO

Sob a designação genérica Uso Potencial abordam-se três aspectos: Capacidade de Uso dos Recursos Naturais Renováveis, Relações Uso Atual — Uso Potencial dos mesmos e Clima, referentes à Folha SA.24 Fortaleza.

O estudo da capacidade de uso segue uma sistemática e metodologia formuladas especialmente para este propósito, baseadas nas limitações que cada um dos fatores condicionantes do potencial oferece a sua correta exploração. Desta maneira, todos e cada um dos resultantes da interação solo—relevo—clima—planta classificam-se em quatro níveis hierárquicos: classe, subclasse, série e unidade que apresentam graus de abstração diferenciados, correspondendo ao mencionado em último lugar a maior especificação. Conseqüentemente, o relatório, em sua primeira parte, contém a descrição detalhada da metodologia aplicada e seus correspondentes resultados com análise de cada uma das 123 unidades encontradas que, por sua vez, são agrupadas em 66 séries, 13 sub-classes e 6 classes.

As relações uso atual — uso potencial são estabelecidas por Microrregião Homogênea pelo dimensionamento de três parâmetros: — a capacidade econômica dos recursos naturais renováveis, considerando como tal a quantidade de pessoas economicamente ativas necessárias para obter a maior produção possível, com o máximo de produtividade, dentro dos limites impostos pela capacidade natural desses recursos e a tecnologia aplicada para sua exploração; — a parcela atualmente utilizada dessa capacidade econômica, considerando como tal a quantidade de pessoas economicamente ativas capazes de obter a maior produção, com o máximo de pro-

ductividade, dentro dos limites impostos pela estrutura de uso atual desses recursos e a tecnologia aplicada para sua exploração; e — a população atualmente dependente desses recursos, admitida como tal a população economicamente ativa engajada no processo produtivo do setor agrícola.

Das relações existentes entre os parâmetros acima mencionados retiram-se conclusões que dizem respeito ao uso atual em relação ao potencialmente possível, ao eventual excesso de população em relação à estrutura do uso atual e, finalmente, em relação à capacidade natural dos recursos naturais renováveis.

Os resultados são oferecidos ao nível de todas as microrregiões parcial ou totalmente abrangidas pela Folha, bem como para o conjunto de sua área.

Sob o ponto de vista climático e tendo-se em vista a problemática regional associada à irregularidade pluviométrica, optou-se pelo tratamento da semi-aridez através da análise detalhada da precipitação e do balanço hídrico, que forneceram os elementos básicos para a montagem do quadro mesoclimático.

Um espaço altamente diferenciado, produto da interação dos fatores geográficos com a circulação, revelou 34 unidades que variam no interior de quatro climas regionais (semi-árido, subúmido a semi-árido, subúmido e úmido) cujos totais pluviométricos vão de 700 a 2.100 mm.

A Folha SA.24, apesar de abranger área de extensão relativamente pequena, apresenta um potencial climático altamente favorável à economia regional, no que tange à diversidade dos produtos possíveis no espaço e no tempo, com aptidão para um amplo espectro de culturas.



## ABSTRACT

Under the broad heading Potential Use, three aspects of renewable natural resources are considered: capability, present—potential use relationships and climate.

The capability studies follow a classification specifically formulated for this purpose and based on the limitations that the different factors offer to its use. Thus, each and every one of the interactions soil—land form—climate—plant resultants are classified in four categories: class, subclass, series and unit. Therefore, this report, in Part I, is limited to the description of the methodology applied and the results achieved specifically the 123 units, grouped in 66 series, 13 subclasses and 6 classes.

The present—potential use relationships are defined through three parametric aspects:

- the economic capability of the renewable natural resources, thus determining the quantity of economically active people able to produce the maximum, with the highest labour productivity, within the limits imposed by its natural capability and the currently applied technology;
- the portion of the above economic capability presently utilized, thus determining the quantity of economically active people able to produce the maximum, with the highest labour productivity, wi-

thin the limits imposed by the present use structure and the currently applied technology;

- the population that directly depends on these resources, thus determining the quantity of economically active people actually and directly engaged in the agricultural productive process.

The relationships among the above parametric aspects make possible some conclusions about the present degree of utilization, the excess of population in relation to the present use structure and, finally, in relation to the natural capability of the resources under consideration.

From the climactic point of view, and taking into consideration regional aspects closely related with the very irregular pluviometric precipitation, analyses were made of this phenomenon and of the water balance, the basic elements of the mesoclimactic approach.

34 mesoclimactic units were found under 4 regional climates (semi-arid, sub-humid to semi-arid, sub-humid and humid) with between 700 and 2.100 mm of pluviometric precipitation.

The area under consideration, in spite of its relatively small surface, has a reasonable climactic potential for agricultural production.

## 5.1 — CAPACIDADE DE USO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

### 5.1.1 — SISTEMÁTICA E METODOLOGIA

#### 5.1.1.1 — Considerações gerais

A delimitação de áreas geográficas com características homogêneas sob o ponto de vista de seu potencial produtivo é, em síntese, o mapeamento da interação solo—relevo—clima—planta.

Devido ao fato de ser o solo o elemento mais determinante no mapeamento desse potencial, estes estudos são freqüentemente incluídos entre os pedológicos, porém esta conotação não reflete claramente sua verdadeira situação.

Naturalmente que os mapas pedológicos, quando existentes, se constituem em ponto de apoio fundamental, da mesma maneira que os mapeamentos geomorfológicos, climáticos e, em menor grau, os geológicos, hidrogeológicos e de vegetação.

Assim, desde que o Projeto RADAMBRASIL oferece como produto final os mapeamentos acima mencionados, nada mais natural que formular uma metodologia que faça uso total dessas informações, interpretando-as de forma a permitir a classificação dos recursos naturais renováveis, segundo sua capacidade de uso potencial.

Obviamente, além desses dados básicos, outros são necessários para preencher os vazios não cobertos pelas diferentes cartas produzidas pelo Projeto. Isto é facilmente compreensível quando se considera que a finalidade precípua das diversas Divisões do Projeto RADAMBRASIL não está dirigida apenas a alimentar este tipo de trabalho.

De qualquer maneira, é interessante destacar que o esforço realizado, no sentido de usar plenamente as informações provenientes da interpretação das imagens de radar, tem resultado na formulação de uma sistemática e uma metodologia próprias que em muitos aspectos se constituem em inovações de aplicação universal, como poder-se-á constatar pela leitura dos capítulos pertinentes.

Deve-se também destacar o fato de que a determinação da capacidade de uso agrícola *lato sensu* é apenas uma das várias formas de aproveitamento das informações pedológicas, geomorfológicas, geológicas, de vegetação, cartográficas e outras que, por este motivo, são denominadas básicas.

Por outro lado, vale a pena salientar que os trabalhos interpretativos, como este que está sendo apresentado, são realizados com a finalidade de reagrupar os dados originais, de tal forma a torná-los aproveitáveis sob determinado ângulo eminentemente técnico. Assim os estudos sistemático-naturais cuja elaboração é preponderantemente acadêmica são "traduzidos" de suas formas puras a suas formas aplicadas. Conseqüentemente, estas últimas refletem o grau de exatidão das escalas aceitas nos trabalhos básicos.

Cabe, no entanto, mencionar o fato de que a publicação dos mapas na escala ao milionésimo é mais um condicionamento tipográfico-econômico e que todos os dados se encontram disponíveis na escala 1:250.000.

Em futuro próximo, em face da disponibilidade, ainda não completa, de mapas topográficos na escala 1:100.000 poder-se-á reajustar o mapeamento e assim ficar-se-á bem mais perto do ideal.

É pertinente, ainda, estabelecer uma clara diferenciação entre o potencial natural de uma área e seu respectivo potencial econômico.

Potencial natural é a capacidade intrínseca de poder ou não produzir. Torna-se conhecida, como no caso do trabalho ora apresentado, através de levantamentos que compreendem o delinea-

mento de suas diversas manchas, com potencialidades de produção diferentes, sobre mapas de escalas adequadas. Estes mapas vêm acompanhados de seus respectivos relatórios, onde estão explicitados os critérios sistemáticos e metodológicos que foram aplicados na sua elaboração e o significado de cada um dos símbolos cartográficos neles usados.

Potencial econômico é a capacidade de gerar bem-estar ou riqueza. Sua determinação envolve, além do potencial natural, problemas de infra-estrutura, de tecnologia e de mercado, para não falar em outros de igual importância.

Assim, por exemplo, não há dúvida de que na Amazônia existem áreas com capacidade de ótima produção. No entanto, dadas as deficiências infra-estruturais, sua capacidade de gerar bem-estar é nula ou quase. Da mesma maneira, duas áreas com capacidades técnicas iguais podem ter capacidades econômicas diferentes, pelo mero fato de estarem a diferentes distâncias do mercado consumidor, ou sobre diferentes tipos de estradas, ou porque uma recebe tecnologia diferente em relação à outra, ou porque estão presentes várias combinações dos fatores anotados.

Nada impede de se proceder a uma avaliação do potencial econômico, porém, neste caso, mister se faz considerar todas as variáveis em jogo. De outra maneira chegar-se-á a resultados pouco satisfatórios.

Aqui, tem-se preferido fazer uma diferenciação nítida entre estes dois conceitos, enfocando, nesta primeira parte, apenas o que diz respeito à potencialidade natural.

Finalmente, outro aspecto que merece atenção é o fato de os diferentes mapas básicos terem aceitação restrita ao nível de planejamento e assessoramento, não se fazendo praticamente nenhum uso ao nível de extensão, para não falar ao nível de agricultor. Este fato não é unicamente conseqüência da falta de divulgação dos resultados. Deve-se em grande parte à nomenclatura e à simbologia usadas que, às vezes, por sua complexidade, ficam restritas a um pequeno círculo especializado, evidenciando um certo divórcio entre técnicos e sua realidade social.

Assim sendo, têm-se também feito esforços no sentido de simplificar ao máximo possível a linguagem dos resultados, tanto sobre os mapas quanto nos seus correspondentes relatórios. Por outro lado, também procurou-se não esquecer que uma definição exata demanda termos de conceituação clara, precisa e pouco abrangente.

#### 5.1.1.2 — Classificação por capacidade de uso

Estabelecer o potencial dos recursos naturais renováveis de uma área onde necessariamente encontrar-se-á uma gama muito ampla de entes geográficos, diferenciados sob os mais variados aspectos climáticos, pedológicos, geológicos, geomorfológicos e fitogeográficos, sugere, imediatamente, delinear um sistema onde todos os pontos e dados levantados possam ser rigorosamente classificados, em vários níveis, segundo uma abstração ordenada de suas características.

Este sistema, além de satisfazer e de responder adequadamente a todas as situações possíveis de serem encontradas, deverá também se ajustar à quantidade e qualidade de dados disponíveis, de forma a fazer pleno uso deles sem demandar outros de difícil obtenção nas condições atuais.

Deverá, ainda, ter aplicabilidade a nível nacional, considerando também o tipo e nível do material cartográfico básico disponível, bem como a formação e número do pessoal técnico a ser envolvido.

Por outro lado, este sistema, bem como a metodologia a ser desenvolvida para estabelecer o lugar que nele corresponde aos entes resultantes da interação dos recursos naturais renováveis, deverá ser aplicável à interpretação de imagens de radar, pois é esta a ferramenta fundamental usada no Projeto RADAMBRASIL. No entanto, nada deve impedir sua aplicabilidade através de métodos convencionais.

Ainda mais, desde que sobre imensas áreas do País vários componentes da tecnologia atual, mesmo da desenvolvida, têm-se mostrado inadequados, é absolutamente necessário identificar o potencial técnico dos recursos naturais renováveis, independente de outras conotações, a fim de melhor poder escolher as alternativas. Assim sendo, sistema e metodologia deverão permitir identificar áreas com características suficientemente homogêneas, de modo que seja possível se fazer afirmações específicas a respeito de seu uso.

Como corolário, a classificação deverá considerar, unicamente, as propriedades dos entes objeto do nosso interesse que são permanentes e quantificáveis e que influem diretamente sobre o potencial em foco.

Obviamente, o sistema além de aplicação nacional deverá ter também aceitação universal. Isto é, deverá contar com base científica.

Naturalmente que não pode ser exigida a mesma coisa da metodologia. O método poderá não ser utilizável em determinadas regiões ou país, pelo menos circunstancialmente, pois os dados exigidos para sua aplicação estarão ou não disponíveis, segundo os casos.

Finalmente, espera-se que sistema e método conduzam a resultados plenamente usáveis desde o nível de planejamento até o do agricultor.

Com estas premissas básicas, a primeira preocupação foi selecionar um sistema e uma metodologia que se ajustassem às condições acima formuladas. Esta preocupação ratificou a impressão inicial de que são vários e variados os atualmente usados.

Poder-se-ia fazer uma longa revisão bibliográfica e citar as mais representativas, porém a existência de três Boletins da FAO (Steele, 1967; FAO, 1974; FAO, 1976) que reúnem e resumem bem a parte mais relevante da situação mundial torna isto desnecessário. Assim sendo, sua simples referência dispensa qualquer esforço circunstanciado a este respeito.

Sem sombra de dúvida, merece especial referência o sistema do Serviço de Conservação de Solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos contidos no Memo 22 — Land Capability Classification, EUA (1959).

Por sua objetividade, simplicidade e universalidade, dificilmente poderá deixar de constituir a base de qualquer esforço a ser feito neste sentido.

No entanto, do ponto de vista sistemático apresenta quatro inconvenientes:

A) Suas três categorias, classe, subclasse e unidade, embora dirigidas para segregar áreas homogêneas de uso, manejo e produção, não são suficientes para uma adequada separação de áreas que têm comportamentos significativamente diferentes.

Assim, por exemplo, áreas classificadas como pertencentes à: Classe IV — maior grau de limitação; Subclasse s — tipo do maior grau de limitação (solo); e Unidade 5 — especificação do tipo de maior grau de limitação (admita-se 5 = capacidade de troca catiônica, neste exemplo), isto é, pertencentes à Unidade IVs5, ainda podem comportar diferenças muito significativas porque ao nível do tipo do segundo maior grau de limitação podem pertencer a climas ou declividades, ou retenções de umidade muito diferentes.

Desta maneira, há, dentro da designação de uma unidade, áreas que comportam uso e manejo diferenciados.

B) De suas oito classes, sete seguem um raciocínio lógico, coerente, com limitações cujo grau aumente da I a VIII. Uma, a Classe

V, interrompe esta seqüência de modo arbitrário, sob critérios que em todos os outros casos são usados ao nível de subclasse.

C) Sua nomenclatura numérica (de I a VIII) freqüentemente é interpretada em termos ordinais e provoca resistência quando, após o mapeamento de uma área, a mesma não apresenta manchas significativas das primeiras classes. Conseqüentemente, se estabelece uma falsa correspondência subjetiva entre classes de capacidade e classes de produtividade e até de rentabilidade.

D) Uma de suas premissas estabelece que, embora seja presumido um nível de manejo moderadamente alto, porém prático e acessível à maior parte dos agricultores, a classificação por capacidade não é um agrupamento de solos segundo seu uso mais lucrativo. Esta simples menção do nível tecnológico presumido é em muitos casos interpretada como uma condição *sine qua non* para a aplicação de sua sistemática, daí surgindo, freqüentemente, "níveis tecnológicos adequados às condições locais", que conduzem a atribuir aos entes cartografados características que não lhes pertencem.

Do ponto de vista metodológico também podem ser feitas algumas observações. No entanto, considere-se, mais uma vez, que é perfeitamente natural que seja este o aspecto mais suscetível de sofrer modificações ou adaptações locais, em função da qualidade e quantidade de dados pedológicos, geomorfológicos, climatológicos, cartográficos e dos recursos humanos e econômicos disponíveis em cada caso.

Assim, por exemplo, este tipo de estudo é realizado nos Estados Unidos através de *Soil Scientists* bem treinados, engajados em um órgão de sólida estruturação e capilaridade como é o "Soil Conservation Service", com disponibilidade de farto material de apoio. Nestas circunstâncias, uma metodologia mais qualitativa e pouco quantitativa é o suficiente, pois o técnico qualificado e conhecedor de sua área de atuação define a capacidade dos recursos naturais renováveis com alta percentagem de segurança, sem necessidade de recorrer a medições que, por outro lado, estão quase sempre disponíveis.

Por outro lado, tentativas quantitativas já foram objeto da preocupação de Storie (1970) nos primeiros anos da década de 30. Apesar de razoavelmente divulgado não alcançou grande aceitação e para isto deve ter contribuído a mudança radical havida na classificação sistemática natural dos solos, que afetou duas das quatro pilstras sobre as que se assentava o método: o "perfil do solo" e a textura do solo superficial. No entanto, o enfoque metodológico é ainda válido e de uma ou outra maneira é a base de vários métodos paramétricos.

Desta maneira, considera-se que cabem plenamente a formulação de um sistema e uma metodologia para satisfazer as condicionantes apontadas no início deste capítulo.

### 5.1.1.3 — O sistema proposto

#### 5.1.1.3.1 — Níveis hierárquicos

Níveis hierárquicos são os diversos graus de abstração adotados para classificar os elementos resultantes da interação solo—relevo—clima—planta. Reconhecem-se quatro: classe, subclasse, série e unidade.

#### A) Classe

É o conjunto de resultantes-de-interação que apresentam o mesmo grau de restrição de sua capacidade, independente do tipo geral de condicionante.

As premissas que, não sendo de ordem geral, condicionam sua conceituação são:

— os resultantes-de-interação, objeto desta sistemática, agrupados ao nível de classe, são similares entre si somente com respeito ao grau de restrição do condicionante dominante, assim, cada

classe inclui muitos elementos diferentes que demandam tratamento e manejo diferentes. Conseqüentemente, neste nível não podem ser feitas generalizações válidas, com respeito a sua aproveitabilidade, adaptabilidade e manejo;

— todas as classes têm aptidão natural para qualquer uso (Fig. 5.1). Do ponto de vista social, porém, é altamente recomendável o uso modal compatível com sua capacidade;

— um dos vários critérios considerados para definir o uso modal de cada classe é a possibilidade de se contar com uma relação insumo/produto<sup>(1)</sup> favorável. Porém, não está implícita, nem presumida, nenhuma outra relação entre classes e o índice mencionado;

— os nomes das classes estão dados de forma mnemônica ao uso modal. No entanto, o agrupamento dos elementos neste nível não é um agrupamento segundo seu uso mais recomendável.

Assim, os elementos incluídos nas Classes Agriter e Mesater têm como aptidão modal a agricultura semipermanente e a fruticultura, respectivamente; porém, nada impede que, sob determinadas circunstâncias, possam ser usados de forma mais lucrativa com pastos ou exploração florestal;

— as classes não são agrupamentos por tipo de manejo recomendado, embora o grau de limitação seja determinante para sua classificação. Assim, duas classes diferentes podem ou não demandar o mesmo tipo de práticas de manejo; e

— os elementos que apresentam limitações de tal forma que não é possível ou recomendável sua mecanização não são incluídos nas Classes Plenater, Lavoter e Agriter. Isto não significa que nas outras classes não possam ser usados equipamentos mecânicos.

#### B) Subclasse

Subclasse é o conjunto de resultantes-de-interação que, dentro de sua classe, apresentam o mesmo tipo geral de condicionante dominante.

Reconhecem-se três tipos gerais de condicionantes: inerentes ao clima; inerentes ao relevo e inerentes ao solo.

Assim, os resultantes-de-interação agrupados a este nível são similares no grau de restrição e no tipo geral de condicionante dominante e, conseqüentemente, ainda envolvem diferenças no que diz respeito aos outros dois tipos gerais de condicionantes bem como à natureza específica de cada um deles. Desta maneira, as conclusões apoiadas neste nível deverão ficar restritas ao planejamento não operacional.


No entanto, é válido afirmar que as Subclasses Mesater, Agrosater, Silvater e Silvester-por-relevo não são mecanizáveis, embora na primeira (Mesater-por-relevo) ainda possa ser usada tração animal. Isto, porém, não significa que em todas as outras subclasses seja possível ou recomendável o uso de trator.


Por outro lado, como as subclasses são definidas em função do tipo geral de condicionante dominante, a Classe Plenater não admite subdivisão a este nível pois, nela, os três tipos gerais de condicionante estão dados no primeiro grau e, conseqüentemente, não é possível a existência de um dominante.

#### C) Série

Série é o conjunto de resultantes-de-interação que, além do mesmo grau e tipo geral de condicionante dominante, isto é, além

CLASSES \ USOS	HORTICULTURA	LAVOURA	AGRICULTURA	FRUTICULTURA	PASTOS	SILVICULTURA	PRESERVAÇÃO
1-PLENATER	BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA
2-LAVOTER	REGULAR	BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA
3-AGRITER	LIMITADA	REGULAR	BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA
4-MESATER	MARGINAL	LIMITADA	REGULAR	BOA	MUITO BOA	MUITO BOA	MUITO BOA
5-AGROSTER		MARGINAL	LIMITADA	REGULAR	BOA	MUITO BOA	MUITO BOA
6-SILVATER			MARGINAL	LIMITADA	REGULAR	BOA	MUITO BOA
7-SILVESTER				MARGINAL	LIMITADA	REGULAR	BOA

 Pleno uso com equilíbrio ecológico. Situação ideal. Práticas moderadas de conservação.

 Subutilização com preservação ecológica. Situação aceitável. Práticas simples de conservação.


 Sobreutilização com desequilíbrio ecológico. Situação de perigo. Práticas intensivas de conservação.

Fig. 5.1 - Aptidão das classes de capacidade segundo os diferentes usos.

de pertencer à mesma classe e subclasse, se apresentam homogêneos nos outros dois tipos gerais subdominantes.

Compreende-se assim que, a este nível, só são possíveis diferenças que não são significativas para alterar a aptidão de todos e cada um dos resultantes-de-interação contidos nela. Estas variações, porém, ainda determinam comportamento diferenciado no que diz respeito à produtividade, quando considerado um único padrão tecnológico. Isto é perfeitamente compreensível pois suas variações demandam manejo diferenciado, especialmente por causa de suas diferenças pedológicas.

(1) input/output.

Dito de outra maneira, toda cultura que for possível em um resultante-de-interação será também possível em todos os outros da mesma série, embora para atingir igual produtividade seja necessário aplicar manejos diferenciados.

#### D) Unidade

Unidade é o conjunto de resultantes-de-interação solo—relevo—clima—planta que têm a mesma influência sobre a produção e a produtividade e, conseqüentemente, respondem de maneira similar quando submetidos aos mesmos sistemas de manejo. Sua conceituação, dentro da mesma série, está definida em termos de uma ou das duas características físico-químicas mais restritivas de seus



solos, além, naturalmente, dos condicionantes necessários nos níveis hierárquicos mais elevados.

Dado o grau de homogeneidade de seus componentes, a unidade é o nível mais adequado para formular recomendações em relação à capacidade específica, bem como às práticas mais adequadas para seu manejo. Igualmente, a pesquisa agrônômica terá que a ela se referir a fim de que os seus resultados possam ser extrapolados com maior segurança.

Pelas mesmas razões, o trabalho de extensão e assistência técnica agrícola só poderá ser razoavelmente sistematizado se apoiado ao nível destas unidades, embora a série ofereça já certo grau de exatidão.

Mesmo nestas condições, porém, não se pode afirmar que haja relação direta entre unidade e rentabilidade, pois, obviamente, esta última depende ainda de outros fatores tais como infraestrutura e mercado, entre outros, que não são considerados na definição deste sistema.

#### 5.1.1.3.2 — Nomenclatura

##### A) Resultantes-de-interação

Ficou já estabelecido que a delimitação de áreas geográficas com características homogêneas do ponto de vista de sua capacidade de produção é, em síntese, o mapeamento da interação solo—relevo—clima—planta.

Esta idéia leva implícita a existência de entes claramente caracterizáveis a ponto de ser possível aplicar um sistema de classificação que, em última instância, é o que possibilita seu mapeamento.

Porém, deve-se reconhecer que apesar da inegável existência e caracterização destes entes, sua corporificação não é tão clara e evidente como à primeira vista parece ser. Isto porque suas propriedades envolvem, além das herdadas do sistema solo-relevo, as definidas pelo clima em sua dinâmica atual.

Aos entes assim formados dar-se-á o nome "resultantes-de-interação" a fim de diferenciá-los de seus componentes, principalmente solos, com os que freqüentemente são confundidos.

##### B) Aptidão, capacidade e potencial

São três termos que de uma ou outra maneira são freqüentemente tidos como sinônimos porque sua conceituação não está claramente definida.

Da forma como aqui são usados, a aptidão tem uma conotação geral e qualitativa tanto mais quanto menor for o grau de especificação do sujeito e maior for a abrangência do objeto.

Assim, por exemplo, a expressão "esta área é apta para o desenvolvimento de culturas permanentes" é uma verdade que deve ser aceita com muito cuidado, dado tanto o grau de generalização do sujeito "área" como do objeto "culturas permanentes". Naturalmente, o que é bom para a laranjeira não necessariamente será para a carnaubeira. Desta maneira, a aptidão dificilmente poder-se-ia relacionar com produção e produtividade.

A capacidade é mais específica e quantitativa. Pretende expressar em termos de produção e produtividade a parte do potencial que um resultante-de-interação pode fornecer sem que se lhe altere irreversivelmente sua constituição química, física e biológica. Isto é, o ponto onde a produção é máxima e permanente.

Já o potencial pretende definir a produtividade independente da conotação do uso permanente. É a produção virtual, possível, sem nenhum compromisso com sua inalterabilidade. Desta forma tem mais relação com a capacidade do que com a aptidão.

##### C) Grau e tipo geral de condicionante

Obviamente, os condicionantes que dizem respeito à aproveitabilidade dos recursos naturais não são uniformes nem homogêneos. Variam amplamente em grau e tipo.

Especialmente no que concerne ao grau, é conveniente dispô-los em classes, estatisticamente falando, de forma tal que cada amplitude seja significativa ao uso pretendido. Este artifício simples, junto a outros referentes à questão de critério, possibilita desenvolver a sistemática proposta.

Aceitam-se sete graus ou amplitudes de variação com intervalos que, dependendo do tipo a que se referem, poderão ou não ser regulares. Da mesma maneira, é fácil compreender que nem todos os fatores abrangem todos os graus, pois sua influência não é de tal índole que determine, por exemplo, a possibilidade de tornar improdutiva uma área.

Tipos de condicionante são todos e cada um dos fatores que têm influência sobre o uso dos recursos naturais, seja qual for sua natureza. Obviamente, cada fator torna-se um tipo de condicionante desde que seja considerado em relação ao grau de sua favorabilidade ou não ao processo de produção.

Uma gama tão ampla de fatores dificulta sobremaneira o arranjo mental, mesmo considerado o artifício anteriormente exposto de dispor seus diferentes graus em amplitudes de variação. Assim, mister se faz um ordenamento prévio, tal que os fatores possam ser visualizados em tais grupos e estes em tal ordem, que melhor nos conduzam à rememoração de suas características e ao estabelecimento das leis que as regem.

Este enfoque faz surgir a conceituação do tipo geral de condicionante que é o agrupamento dos condicionantes segundo sua natureza. Assim, reconhecem-se três: inerentes ao clima; inerentes ao relevo; e inerentes ao solo.

O tipo geral de condicionante dominante é aquele que detém o maior grau e por complementaridade define também os tipos gerais de condicionantes subdominantes. Estes conceitos são aplicados na definição dos diferentes níveis de hierarquização do sistema.

##### D) Nomenclatura das classes, subclasses, séries e unidades

A nomenclatura numérica que freqüentemente é usada para a designação das classes, apesar de abstrata, é simples e prática. Sua manutenção é, por isto, recomendável.

Para superar o inconveniente, já anotado (vide 5.1.1.2 — Classificação por capacidade de uso), de ser freqüentemente interpretada em termos ordinais, convém acrescentar a cada número representativo da classe um substantivo de fácil memorização, conotativo, de alguma maneira, a alguma de suas características. Apesar de a aptidão merecer reservas por ser excessivamente generalizante, os nomes são mnemônicos a este aspecto pois desta maneira evita-se o uso de termos com excesso de raízes, prefixos e sufixos que tendo a vantagem de uma maior exatidão resultam sempre em terminologia complicada, alheia à realidade dos usuários.

Assim, todos os nomes têm um sufixo único: ter (terra) e uma raiz que lembra sua aptidão, conforme a Tabela 5.1.

TABELA 5.1  
Nomenclatura das classes

NOME DA CLASSE	ELEMENTO MNEMÔNICO	CONOTAÇÃO
1 — Plenater	Pleno	Uso não restrito
2 — Lavoter	Lavoura	Lavoura temporária
3 — Agriter	Agricultura	Agricultura geral
4 — Mesater	Mesos	Intermediário
5 — Agroster	Agrostológicos	Pastos, pecuária
6 — Silvater	Silvicultura	Floresta
7 — Silvester	Vida silvestre	Conservação

As subclasses são designadas acrescentando ao nome de sua respectiva classe o tipo geral de condicionante dominante, que é o critério para sua classificação.

Quando for o caso de existirem dois tipos dominantes ou os três serem iguais, a designação é feita apenas por um dos tipos, respeitando a prioridade clima, relevo, solo.

Desta maneira, são possíveis 19 subclasses, correspondendo três a cada classe, com exceção da Plenater que é unívoca, conforme já salientado.

Assim, a Classe Lavoter abrange as Subclasses Lavoter-por-clima, Lavoter-por-relevo e Lavoter-por-solo. A Classe Agriter compreende as Subclasses Agriter-por-clima, Agriter-por-relevo e Agriter-por-solo e assim sucessivamente.

As séries são designadas pelo numerador de uma fração que está sempre composto de três dígitos e indicam os graus correspondentes aos tipos gerais de condicionante que, para melhor facilitar sua memorização, foram dispostos por centena para o clima, dezena para o relevo e unidade para o solo. Desta maneira, o número representativo da série é sempre a somatória dos correspondentes aos graus dos três tipos gerais.

Assim, a Série 314 representa resultantes-de-interação limitados no grau 300 por clima, 010 por relevo e 004 por solo. A Tabela 5.11 contém os símbolos correspondentes aos diferentes graus para os três condicionantes gerais.

TABELA 5.11  
Símbolos dos graus de restrição para os tipos gerais de condicionante

TIPOS GERAIS	GRAUS						
Clima	100	200	300	400	500	600	700
Relevo	010	020	030	040	050	060	070
Solo	001	002	003	004	005	006	007

As unidades são representadas pela fração, na qual o numerador indica a série e o denominador as características físico-químicas mais limitativas do perfil do solo, e correspondem às que apresentam menor peso na ponderação dessas características, conforme explicitado no item 5.1.1.4 — Metodologia. Sua seqüência obedece a uma prioridade preestabelecida arbitrariamente, não necessariamente a dos pesos que, desta maneira, são apenas significativos para a seleção dos dois menores. A prioridade é a seguinte:

- sais solúveis ..... s
- drenagem ..... d
- estrutura e textura do horizonte B ..... e
- capacidade de troca catiônica ..... c
- bases trocáveis ..... b
- profundidade ..... p
- textura e estrutura do horizonte A ..... t
- matéria orgânica ..... m

Note-se que o símbolo de qualquer nível só tem sentido próprio quando acompanhado dos símbolos correspondentes a seus níveis hierarquicamente mais elevados. Assim, as letras cb não têm conotação de unidade a não ser que acompanhadas dos símbolos correspondentes a sua série, subclasse e classe. Por exemplo: Mesater-por-solo 314/cb.

Para a representação cartográfica destes quatro níveis hierárquicos, usar-se-á um símbolo de identificação composto de dois elementos: numerador e denominador.

O conjunto representa a Unidade de Capacidade.

O numerador, composto de três dígitos que representam os diferentes graus de restrição dos tipos gerais de condicionante, sempre colocados na ordem clima, relevo, solo identifica as séries, que também estão representadas por cores.

A posição que, no numerador, ocupa o dígito de maior valor, destacado em grifo, identifica a subclasse.

A classe é identificada pelo dígito de maior valor, destacado em grifo, independente de sua posição.

O denominador está composto de duas letras (ou uma) minúsculas que representam as características pedológicas mais restritivas.

#### 5.1.1.4 — Metodologia

É oportuno lembrar que a sistemática para determinar a capacidade de uso dos recursos naturais renováveis está baseada nos

efeitos condicionantes de cada um dos fatores intervenientes, ao contrário do que normalmente acontece nas classificações naturais onde são, geralmente, as causas que têm preferência na escolha dos critérios classificatórios.

Assim, definir o lugar dos resultantes-de-interação no esquema proposto é, antes de tudo, definir em vários níveis o grau e tipo dos condicionantes, para a finalidade em foco.

Tem-se afirmado que estes são numerosos e de natureza variada e que sua simples relação e aplicação direta conduziria a um número praticamente ilimitado de situações, tornando extremamente difícil o comando de seu conhecimento, a menos que seja aplicado um sistema de abstrações que facilite sua abordagem.

Viu-se também que o primeiro agrupamento lógico estabeleceu três tipos gerais: condicionantes cuja natureza é inerente ao clima; condicionantes cuja natureza é inerente ao relevo; e condicionantes cuja natureza é inerente ao solo.

A metodologia que permite sistematizar os resultantes-de-interação se reduz a ordenar os fatores mais relevantes, componentes de cada um dos três tipos gerais, nos sete graus de intensidade já aceitos, conforme critérios que são apresentados a seguir.

#### 5.1.1.4.1 — Condicionantes inerentes ao clima

Pode-se afirmar que praticamente todos os fenômenos climáticos têm influência sobre a vida das plantas e, conseqüentemente, sobre sua produção e produtividade. Por outro lado, é também sobejamente conhecido que há inter-relação e interdependência com os demais componentes do sistema que, oportunamente, deverão ser considerados.

No entanto, metodologicamente, pode-se fazer abstração temporária dos outros componentes para melhor definir as ampliações de variação, significativas aos objetivos perseguidos.

Várias são as tentativas que foram realizadas a fim de estabelecer classificações climáticas de índole diversa, porém quase sempre com caráter geral de forma que seus resultados não são aplicáveis à definição da capacidade de uso, como é o propósito desta metodologia.

O balanço hídrico de Thornthwaite, com suas várias modificações e adaptações, é o que mais se aproxima deste objetivo, porém, o mapeamento de seus resultados, tanto diretos como através do número de meses com déficit (ou excesso) de água bem como através do índice hídrico, não se mostrou coerente com a caracterização dessa capacidade quando comparadas as diversas regiões, onde foram aplicados em caráter experimental.

A evapotranspiração potencial é, por definição, a quantidade de chuva teoricamente necessária para manter a vegetação verde e turgescente durante o ano. Conseqüentemente é a chuva ideal, em quantidade e distribuição, que deveria receber uma área, considerando a influência tanto da temperatura como da latitude e fazendo abstração do solo. Lembre-se, a este respeito, que em sua determinação é assumida uma capacidade de armazenamento arbitrária e uniforme, homogeneizando toda e qualquer variação pedológica.

Assim, a quantidade de chuva real registrada pluviometricamente (P) relacionada ao valor de chuva ideal ou evapotranspiração (EP) deveria oferecer um parâmetro razoável (P/EP) para estabelecer os diferentes graus de limitações climáticas. De fato, o registro destes valores sobre mapas de escalas adequadas e sua posterior interpolação para delimitação das respectivas faixas oferece uma boa aderência para a formulação do critério a ser seguido para o estabelecimento dos graus ou, mais propriamente, dos intervalos de variação de classes das limitações climáticas. No entanto, esta aderência está limitada a áreas onde a precipitação pluviométrica é igual ou ligeiramente superior à evapotranspiração real.

Por outro lado, na realidade, nem sempre é atingido o valor da evapotranspiração potencial porque, freqüentemente, a soma das

precipitações pluviométricas com a quantidade armazenada não é suficiente para atender as necessidades fisiovegetativas, no período considerado. Desta forma há déficit para o cabal desempenho das funções das plantas. A esta quantidade, efetivamente gasta através da evaporação e transpiração das plantas, dá-se o nome de evapotranspiração real (ER). Este parâmetro representa, em termos de demanda satisfeita, a parte da demanda total expressa pela evapotranspiração potencial.

Obviamente, a relação ER/EP pela natureza de seus valores deveria fornecer um outro índice digno de se considerar na avaliação da capacidade de uso dos recursos naturais renováveis, no que as limitações por clima dizem respeito.

Novamente, o cálculo desse índice (ER/EP), seguido de interpolação para a definição de áreas agroclimáticas, oferece resultados satisfatórios porém limitados às regiões onde a precipitação pluviométrica é marcadamente superior à evapotranspiração real.

Este comportamento de complementaridade entre as relações P/EP e ER/EP tem induzido a experimentar a média geométrica de seus valores como parâmetro para estabelecer a amplitude de variação dos diferentes graus de limitação do fator clima, havendo-se obtido boa representatividade em todos os casos em que ela foi aplicada. Sua expressão matemática é a seguinte:

$$IA = \frac{\sqrt{P \times ER}}{EP} \times 100$$

onde:

IA = Índice agroclimático

P = Precipitação pluviométrica

ER = Evapotranspiração real

EP = Evapotranspiração potencial

Os intervalos adotados são os apresentados na Tabela 5.III.

Assim, com os dados normalmente disponíveis nas estações meteorológicas e aplicando métodos comumente usados na determinação da evapotranspiração potencial e o balanço hídrico, pode-se contar com os elementos necessários para a delimitação das diversas manchas agroclimáticas a serem usadas na determinação da capacidade de uso dos resultantes-de-interação.

Vários são os métodos que por sua consistência podem ser usados para determinar a evapotranspiração potencial.

Estes incluem os experimentais que usam tanques, lisímetros e até parcelas de terrenos, onde as perdas por percolação e drenagem superficial são controladas; os analíticos baseados em dados climatológicos; os de amostragens de solos, seguidos de determinações de umidade; os de integração onde a água usada pela planta e a perdida por evaporação são combinadas; os de fluxo-e-fluxo baseados na estimativa das quantidades anuais de água que entra e sai na bacia hidrológica e suas correspondentes variações no lençol freático etc.

Tratando-se de estudos de capacidade de uso dos recursos naturais, realizados a nível regional, recomenda-se o uso dos métodos de cálculo, através de dados de precipitação pluvial, temperatura e comprimento do dia, por serem de aplicação prática e basea-

TABELA 5.III  
Graus de restrição inerentes ao clima

GRAUS	ÍNDICES AGROCLIMÁTICOS
700	< 10
600	10-25
500	25-40
400	40-55
300	55-70
200	70-85
100	85-115
200*	> 115

\* Por excesso de umidade. Estes casos, para efeitos de nomenclatura, são considerados especiais. Assim sendo, os símbolos correspondentes a suas classes, subclasses e séries deverão estar sempre acompanhados de asterisco.

dos em dados geralmente disponíveis, na densidade adequada às escalas aceitas neste tipo de trabalho. Todos eles são "modificações" ou "adaptações" do método de Thornthwaite, 1948, que consiste, simplesmente, em calcular a evapotranspiração potencial através da equação:

$$e = 1,6 (10t/l)^a$$

sendo:

e = evapotranspiração potencial

t = temperatura média mensal

l = índice de calor, cujo valor, empiricamente determinado, corresponde à somatória dos 12 índices mensais "i", dados pela fórmula:  $i = (t/5)^{1,514}$

$$a = 0,000000675 l^3 - 0,0000771 l^2 + 0,01792 l + 0,49239$$

Esta fórmula, porém, oferece valores obtidos segundo um mês padrão de 30 dias, com 12 horas de iluminação solar cada e, conseqüentemente, seus resultados devem ser ajustados segundo o número real de dias e o tempo de iluminação solar que varia com as estações e a latitude.

Para facilitar a aplicação do método, seu autor tem preparado o nomograma reproduzido na Figura 5.2 (existem também tabelas, preparadas por Thornthwaite, que podem ser usadas em substituição ao nomograma). Nele todas as linhas retas que estabelecem a relação entre os valores logarítmicos da temperatura e da evapotranspiração potencial passam pelo ponto de convergência  $t = 26,5^\circ\text{C}$  e  $EP = 13,5$  cm. Seu ângulo de inclinação está determinado pelo índice de calor correspondente ao local em consideração. A linha que aparece no nomograma, à guisa de exemplo, representa a relação existente entre evapotranspiração e temperatura para os locais com  $l = 56$ . Nessas condições, se a temperatura média mensal é  $10^\circ\text{C}$  a evapotranspiração potencial não ajustada é 3,6 cm. Assim, conhecendo o índice "l" do local traça-se uma linha reta entre este valor e o ponto de convergência e lêem-se as evapotranspirações potenciais correspondentes às 12 médias mensais.

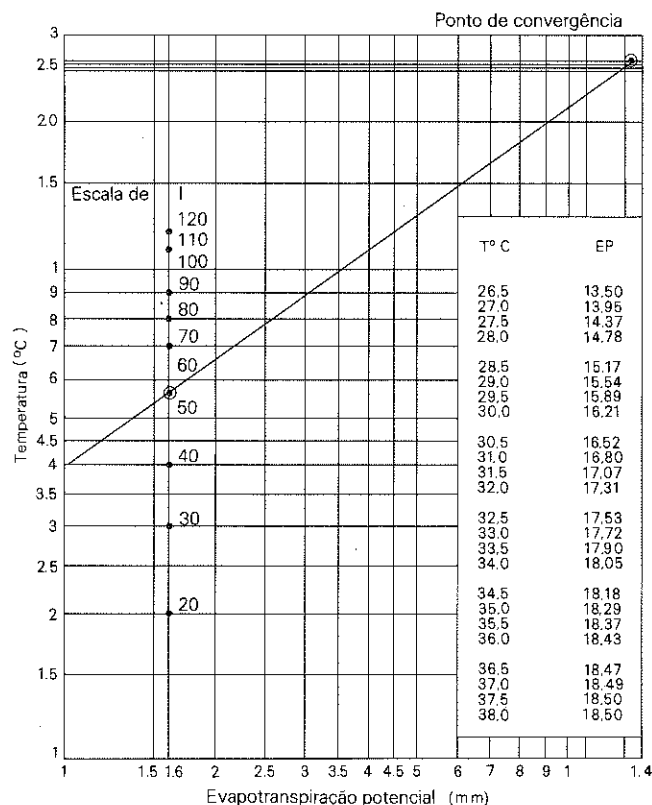


Fig. 5.2 - Nomograma para a determinação da evapotranspiração potencial.

Quando as temperaturas são superiores a 26,5°C é preferível o uso da tabela anexa ao nomograma.

O valor de "I" que como já afirmado é a somatória dos 12 índices "i" pode também ser obtido com ajuda da Tabela 5.IV, que contém os valores de "i" correspondentes às respectivas médias mensais.

O ajuste dos valores lidos no nomograma, segundo os comprimentos do dia e do mês, é realizado através dos fatores de correção contidos na Tabela 5.V. O fator de correção correspondente a 50° é também usado para todas as latitudes Sul superiores a esse grau geográfico.

TABELA 5. IV  
Índices "i" correspondentes às diferentes médias mensais de temperatura

T °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0			.01	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07
1	.09	.10	.12	.13	.15	.16	.18	.20	.21	.23
2	.25	.27	.29	.31	.33	.35	.37	.39	.42	.44
3	.46	.48	.51	.53	.56	.58	.61	.63	.66	.69
4	.71	.74	.77	.80	.82	.85	.88	.91	.94	.97
5	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.25	1.29
6	1.32	1.35	1.39	1.42	1.45	1.49	1.52	1.56	1.59	1.63
7	1.66	1.70	1.74	1.77	1.81	1.85	1.89	1.92	1.96	2.00
8	2.04	2.08	2.12	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39
9	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.69	2.73	2.77	2.81
10	2.86	2.90	2.94	2.99	3.03	3.08	3.12	3.16	3.21	3.25
11	3.30	3.34	3.39	3.44	3.48	3.53	3.58	3.62	3.67	3.72
12	3.76	3.81	3.86	3.91	3.96	4.00	4.05	4.10	4.15	4.20
13	4.25	4.30	4.35	4.40	4.45	4.50	4.55	4.60	4.65	4.70
14	4.75	4.81	4.86	4.91	4.96	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22
15	5.28	5.33	5.38	5.44	5.49	5.55	5.60	5.65	5.71	5.76
16	5.82	5.87	5.93	5.98	6.04	6.10	6.15	6.21	6.26	6.32
17	6.38	6.44	6.49	6.55	6.61	6.66	6.72	6.78	6.84	6.90
18	6.95	7.01	7.07	7.13	7.19	7.25	7.31	7.37	7.43	7.49
19	7.55	7.61	7.67	7.73	7.79	7.85	7.91	7.97	8.03	8.10
20	8.16	8.22	8.28	8.34	8.41	8.47	8.53	8.59	8.66	8.72
21	8.78	8.85	8.91	8.97	9.04	9.10	9.17	9.23	9.29	9.36
22	9.42	9.49	9.55	9.62	9.68	9.75	9.82	9.88	9.95	10.01
23	10.08	10.15	10.21	10.28	10.35	10.41	10.48	10.55	10.62	10.68
24	10.75	10.82	10.89	10.95	11.02	11.09	11.16	11.23	11.30	11.37
25	11.44	11.50	11.57	11.64	11.71	11.78	11.85	11.92	11.99	12.06
26	12.13	12.21	12.28	12.35	12.42	12.49	12.56	12.63	12.70	12.78
27	12.85	12.92	12.99	13.07	13.14	13.21	13.28	13.36	13.43	13.50
28	13.58	13.65	13.72	13.80	13.87	13.94	14.02	14.09	14.17	14.24
29	14.32	14.39	14.47	14.54	14.62	14.69	14.77	14.84	14.92	14.99
30	15.07	15.15	15.22	15.30	15.38	15.45	15.53	15.61	15.68	15.76
31	15.84	15.92	15.99	16.07	16.15	16.23	16.30	16.38	16.46	16.54
32	16.62	16.70	16.78	16.85	16.93	17.01	17.09	17.17	17.25	17.33
33	17.41	17.49	17.57	17.65	17.73	17.81	17.89	17.97	18.05	18.13
34	18.22	18.30	18.38	18.46	18.54	18.62	18.70	18.79	18.87	18.95
35	19.03	19.11	19.20	19.28	19.36	19.45	19.53	19.61	19.69	19.78
36	19.86	19.95	20.03	20.11	20.20	20.28	20.36	20.45	20.53	20.62
37	20.70	20.79	20.87	20.96	21.04	21.13	21.21	21.30	21.38	21.47
38	21.56	21.64	21.73	21.81	21.90	21.99	22.07	22.16	22.25	22.33
39	22.42	22.51	22.59	22.68	22.77	22.86	22.95	23.03	23.12	23.21
40	23.30									

Fonte: Thornthwaite, 1948.

TABELA 5. V  
Fatores de correção para as diferentes latitudes sul

MESES	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
L. SUL												
5	1.06	.95	1.04	1.00	1.02	.99	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
10	1.08	.97	1.05	.99	1.01	.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
15	1.12	.98	1.05	.98	.98	.94	.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12
20	1.14	1.00	1.05	.97	.96	.91	.95	.99	1.00	1.08	1.09	1.15
25	1.17	1.01	1.05	.96	.94	.88	.93	.98	1.00	1.10	1.11	1.18
30	1.20	1.03	1.06	.95	.92	.85	.90	.96	1.00	1.12	1.14	1.21
35	1.23	1.04	1.06	.94	.89	.82	.87	.94	1.00	1.13	1.17	1.25
40	1.27	1.06	1.07	.93	.86	.78	.84	.92	1.00	1.15	1.20	1.29
42	1.28	1.07	1.07	.92	.85	.76	.82	.92	1.00	1.16	1.22	1.31
44	1.30	1.08	1.07	.92	.83	.74	.81	.91	.99	1.17	1.23	1.33
46	1.32	1.10	1.07	.91	.82	.72	.79	.90	.99	1.17	1.25	1.35
48	1.34	1.11	1.08	.90	.80	.70	.76	.89	.99	1.18	1.27	1.37
50	1.37	1.12	1.08	.89	.77	.67	.74	.83	.99	1.19	1.29	1.40

Fonte: Thornthwaite, 1948.

Há também fórmulas que permitem o cálculo da evapotranspiração real (ER) como por exemplo a de Turc:

$$ER = \frac{P}{0,9 t \frac{P^2}{L^2}}$$

onde:

ER = Evapotranspiração real

P = Pluviosidade média anual

L =  $300 + 25t + 0,05t^3$  sendo t = temperatura média anual

Porém, recomenda-se usar o valor obtido através do balanço hídrico, considerando uma capacidade de armazenamento de água disponível para as plantas de 125 mm.

Na verdade, a fixação desta capacidade de armazenamento é discutível, pois, na realidade, varia muito segundo o solo que seja considerado. Assim, por exemplo, é razoável admitir que para os latossolos de textura média a capacidade de campo seja atingida com 370 mm por metro de profundidade ou 740 mm considerando seus 2 m de profundidade média. Por outro lado, o ponto de murchamento, para os mesmos, está em torno de 200 mm/m ou 400 mm para a profundidade total. Desta forma a capacidade de armazenamento de água disponível para as plantas é da ordem de 340 mm.

Naturalmente que, em termos de área, os latossolos não são os mais representativos. Seria mais objetivo considerar parâmetros semelhantes para uma profundidade de 75 cm para se colocar em condições mais representativas e, neste caso, a capacidade de armazenamento disponível seria da ordem dos 125 mm, que é a recomendada.

Mesmo assim, convém lembrar que quando se fixa uma disponibilidade de água armazenada uniforme e homogênea para toda uma região na realidade não se está querendo refletir as condições do solo e sim isolar, deixar sob controle, sua influência.

Estes mesmos argumentos são também suficientes para não considerar diferentes tensões de retenção a diferentes níveis de disponibilidade de água, fato que, pelo menos em se tratando de estudos regionais, não conferiria a pretensa exatidão adicional.

Assim sendo, quando a soma do registro pluviométrico mais a quantidade armazenada no mês anterior é igual ou superior à evapotranspiração potencial calculada (EP), a evapotranspiração real (ER) toma este valor, isto é, são coincidentes; caso contrário, é igual àquela soma.

Desta forma, de posse de todos os dados necessários à determinação do índice agroclimático, estes são calculados para todas as estações da rede meteorológica e plotados sobre mapas cartográficos de escala adequada ao nível de levantamento em andamento. Naturalmente, é necessário contar também com dados de estações localizadas nas circunvizinhanças da área de interesse a fim de melhor delinear os limites das diferentes manchas que serão obtidas pelo método convencional de traçado de curvas de



nível dos mapas planialtimétricos, com cálculo dos valores limites de cada faixa através de interpolação.

Pode também ser aplicado o método de Thiessen (desenvolvido para dados pluviométricos) especialmente em trabalhos que não tendo cunho regional estejam, pelo contrário, restritos a áreas menores. Segundo este método, plotam-se os índices agroclimáticos sobre mapas-bases como no anterior, traçam-se linhas retas entre postos meteorológicos e, sobre elas, são construídos bissetores perpendiculares de forma tal que fiquem delimitadas as áreas que são conhecidas como polígonos de Thiessen.

Admite-se que todos os pontos contidos no polígono têm valores mais próximos ao definido por seu posto meteorológico, que qualquer outro ponto fora dele.

Embora neste último método sejam usadas geralmente as linhas menores possíveis entre os diferentes pontos, é aconselhável que estas sejam definidas por tentativas de aproximação.

#### 5.1.1.4.2 — Condicionantes inerentes ao relevo

O relevo é considerado como uma das variáveis importantes, na definição da capacidade de uso dos recursos naturais renováveis, porque, de fato, constitui a base física mais importante da assim chamada "tecnologia moderna" que, na verdade, abrange uma sequência de práticas de intensificação, onde só é possível obter o máximo de cada uma delas quando as precedentes forem bem aplicadas.

Um bom uso de herbicidas, por exemplo, está condicionado a um bom teor de umidade no solo que está condicionado a um bom preparo do mesmo, que está condicionado a um bom uso da mecanização, que está condicionado a um relevo adequado ao uso de máquinas. Uma boa aplicação de inseticidas depende do crescimento homogêneo das plantas, que depende de adequado grau de pureza das sementes usadas e de uma boa distribuição de adubos, por sua vez influenciada pela uniformidade no espaçamento dos sulcos, que depende da mecanização, condicionada pelo relevo.

Desta maneira, torna-se importante discriminar as áreas mecanizáveis das que não o são e, dentro de cada uma delas, os intervalos de aplicação prática.

Para este propósito deve-se lembrar que, na verdade, o relevo não é só a diferença de nível entre dois pontos. Sua conotação abrange, além da elevação relativa, uma forma e uma declividade em grau e comprimento. Mais ainda, como suas formas complexas são mais comuns que as simples, deve-se acrescentar, a seus elementos identificadores, o padrão geral com que se apresenta.

Assim, a determinação dos condicionantes inerentes ao relevo deveria considerar todos esses elementos.

No entanto, pode-se aceitar a declividade como prioritária e usar a forma e o padrão como meio de abordagem para sua determinação.

Naturalmente que, em mapeamentos mais detalhados, especialmente a nível de fazenda, o comprimento da declividade torna-se determinante, a ponto de se sobrepor à forma. Esta situação, porém, não é aqui considerada.

Obviamente que não é possível estabelecer limites que sejam aceitos plenamente por todos. Acredita-se, porém, que fixar o limite de tratorização em declividade de 25% é adequado à maior parte das condições, considerando ainda que acima deste limite e até 40% estaria compreendida a faixa que não sendo tratorável é ainda susceptível de ser trabalhada com implementos de tração animal.

Se todas as condições são iguais, quanto mais a declividade tender para o plano, melhor será o desempenho das máquinas e, no outro extremo, quanto mais íngreme se tornar o terreno, maiores serão as restrições, chegando inclusive, a impossibilitar o uso da força humana.

Com estas considerações estabeleceram-se os sete intervalos apresentados na Tabela 5.VI.

TABELA 5.VI  
Graus de restrição inerentes ao relevo

GRAUS	INTERVALOS DE DECLIVIDADE (%)
010	< 5
020	5-15
030	15-25
040	25-40
050	40-55
060	55-70
070	> 70

Assim, o estudo do relevo com fins de aplicação prática nos levantamentos por capacidade de uso objetiva basicamente o mapeamento segundo a declividade, nos intervalos anotados.

Vários são os métodos que podem ser seguidos para chegar a este resultado. A escolha deverá considerar o nível de trabalho e a escala do material básico disponível.

Nos levantamentos executados com apoio na interpretação das imagens de radar (escala 1:250.000), têm-se obtido resultados satisfatórios através da interpretação dos mapas geomorfológicos, com controle de cartas planialtimétricas de escala 1:100.000 e ajuste de campo posterior.

O material produzido pela Divisão de Geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL, que tem servido de apoio para este objetivo, oferece um mapa de unidades geomorfológicas que, devidamente interpretadas, se constituem no mapa preliminar das limitações inerentes ao relevo.

Suas unidades, segundo um critério classificatório que trata de refletir a gênese do relevo, pertencem a um dos três grupos seguintes: estruturais, erosivas e de acumulação.

Cada um destes grupos divide-se em subgrupos que têm como critério diferenciador a forma de dissecação (convexas, aguçadas e interflúvios tabulares) e a forma de acumulação (planícies inundáveis, marinhas, fluviomarinhas e fluviais).

Compreende-se, assim, que o mapeamento geomorfológico ao nível de "unidades" considera dois dos três elementos conotativos do relevo: a elevação relativa e a forma. Já o terceiro elemento, a declividade, é parcialmente abordado, pois um de seus grupos, o de formas erosivas, é subdividido e identificado quantitativamente segundo a projeção horizontal de seus interflúvios e qualitativamente segundo o aprofundamento de seus vales, de acordo com a Tabela 5.VII.

TABELA 5.VII  
Índices de dissecação

		ORDEM DE GRANDEZA DAS FORMAS DE DISSECAÇÃO				
		≤ 250 m	> 250 m ≤ 750 m	> 750 m ≤ 1.750 m	> 1.750 m ≤ 3.750 m	> 3.750 m ≤ 12.750 m
Intensidade de aprofundamento da drenagem	Muito fraca	11	21	31	41	51
	Fraca	12	22	32	42	52
	Mediana	13	23	33	43	53
	Forte	14	24	34	44	54
	Muito forte	15	25	35	45	55

Estas diversas unidades geomorfológicas podem ser agrupadas nos sete intervalos antes estabelecidos e constituem o mapa preliminar de declividade que, submetido a controle via cartas planialtimétricas e ajuste de campo, fornecerá o mapa definitivo das limitações inerentes ao relevo.

O agrupamento é realizado com ajuda de tabelas de equivalência delimitadas para cada caso após trabalhos de campo, considerando as condições mais frequentemente encontradas. É neces-

sário frisar que o trabalho consiste em definir a declividade de cada unidade e não na simples aplicação das tabelas, que servirão como orientação geral. Desta forma, a análise e interpretação das imagens de radar deverão ser preocupação constante.

Por outro lado, a disponibilidade de cartas planialtimétricas possibilita também o mapeamento do relevo, no que a capacidade de uso concerne. A técnica usada consiste na separação de manchas cujos pontos tenham declividades compreendidas entre os intervalos de classe, aproveitando a relação existente entre o afastamento horizontal de suas curvas de nível e o grau de inclinação do terreno. Isto é, quanto mais íngreme a pendente, maior a proximidade das isolinhas e vice-versa.

O cálculo das distâncias limites que deverão ser consideradas para a separação das manchas de declividade pode ser obtido aplicando a relação:

$$Dh = \frac{Dv \times E}{i}$$

sendo:

Dh = distância horizontal mínima, entre curvas de nível, para a delimitação de áreas com declividade de até i.

Dv = distância vertical entre as curvas de nível  
i = limite superior do intervalo da classe de declividade  
E = escala do mapa planialtimétrico base

Considerando, por exemplo, cartas planialtimétricas de escala 1:100.000 e intervalos verticais entre curva de nível de 40 m, o cálculo para as sete classes de declividade, já mencionadas, seria dado na Tabela 5.VIII.

TABELA 5.VIII  
Correspondência das classes de declividade com as distâncias horizontais

CLASSES DE DECLIVIDADE (%)	DISTÂNCIA HORIZONTAL (mm)
0-5	> 8,0
5-15	8,0-2,7
15-25	2,7-1,6
25-40	1,6-1,0
40-55	1,0-0,7
55-70	0,7-0,6
> 70	< 0,6

É conveniente organizar "gabaritos" e "padrões-de-relevo", sobretudo quando os trabalhos envolvem a participação de equipes numerosas. Os primeiros são réguas graduadas com as diferentes distâncias horizontais permitidas para o intervalo de classe, que fazem possível uma rápida comparação e definição nos casos de dúvida. O gráfico apresentado na Figura 5.3 é um exemplo de gabarito para uso sobre mapas com as condições já anotadas.

Os "padrões-de-relevo" são pedaços de mapas já trabalhados que são colocados à disposição da equipe na expectativa de uma maior homogeneidade nos resultados (Figs. 5.4 e 5.5).

O uso destes padrões deixa também claro que o processo não fica restrito à medição sistemática da distância entre as curvas de nível (tarefa lenta e cansativa), indo além, até quase se constituir em uma interpretação propriamente dita.

As Figuras 5.4 e 5.5 mostram uma folha cartográfica 1:100.000, com curvas de nível de 40 em 40 m, interpretada da forma anteriormente mencionada.

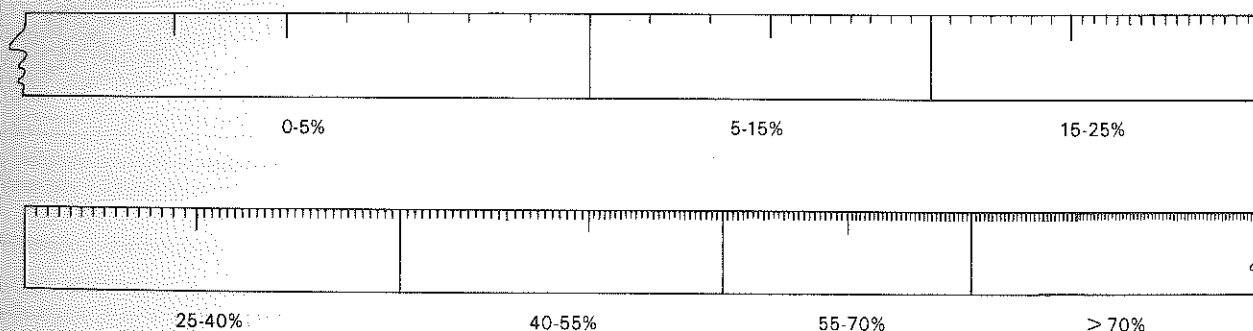
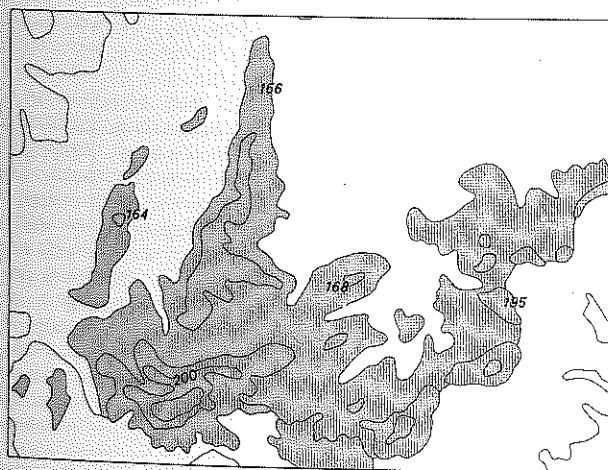
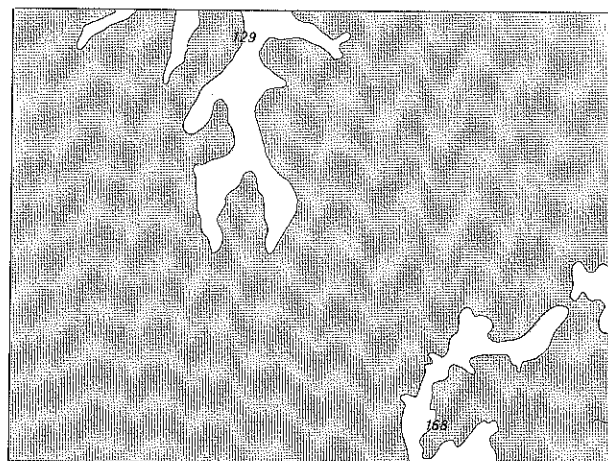


Fig. 5.3 - Gabarito para o cálculo da declividade em cartas planialtimétricas na escala 1:100.000.



Grau de restrição 040



Grau de restrição 010

Fig. 5.4 - Padrões de relevo sobre cartas planimétricas (escala 1:100.000)

Naturalmente que também este método tem suas restrições que emanam da inexatidão inerente aos levantamentos planialtimétricos, sejam estes realizados por métodos convencionais ou não.

A informação cartográfica ignora, por exemplo, as possíveis e quase sempre existentes variações que em sua quantificação não atingem a distância vertical escolhida como intervalo das curvas de nível. Estas, conseqüentemente, não são registradas no mapa e podem mascarar profundamente a declividade do terreno (Fig. 5.6).

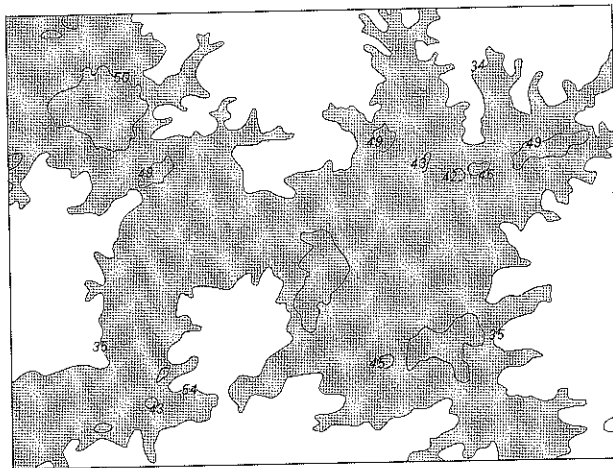
Da mesma maneira, a "sensibilidade" da escala horizontal do mapa não permite detectar variações que têm influência decisiva sobre o "padrão-de-relevo" e que afetam a declividade de suas unidades. Isto é, as curvas de nível sugerem sempre contornos mais uniformes do que na realidade são.

Por este motivo, a prática aconselha realizar ajuste de campo, com medições *in loco* que possibilitem um resultado amplamente satisfatório. Esta última etapa permite, também, em não poucas oportunidades, a fixação de fatores de correção pelos que são multiplicados as distâncias mínimas horizontais, antes do traçado do mapa de declividades. Estes são, em geral, pequenos para as classes planas e maiores para as íngremes, porém deverão ser determinados para cada caso.

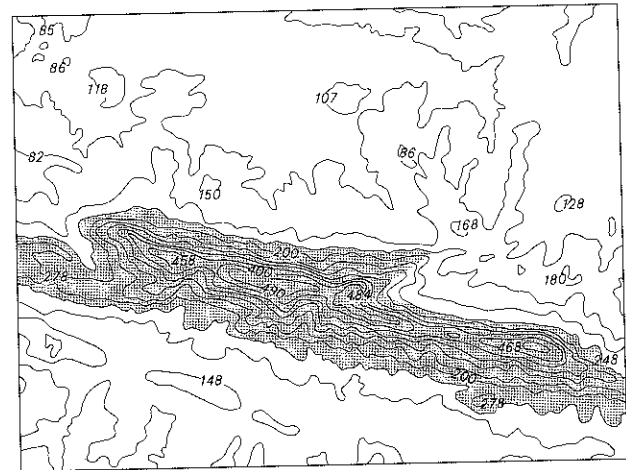
A interpretação dos mapas geomorfológicos permite um trabalho mais rápido, embora demande o uso complementar das cartas planialtimétricas e o ajuste de campo.

#### 5.1.1.4.3 — Condicionantes inerentes ao solo

Estas limitações dizem respeito a uma série de características físicas, químicas e morfológicas presentes no perfil do solo. Natural-



Grau de restrição 030



Grau de restrição 060

Fig. 5.5 - Padrões de relevo sobre cartas planimétricas [escala 1:100.000].

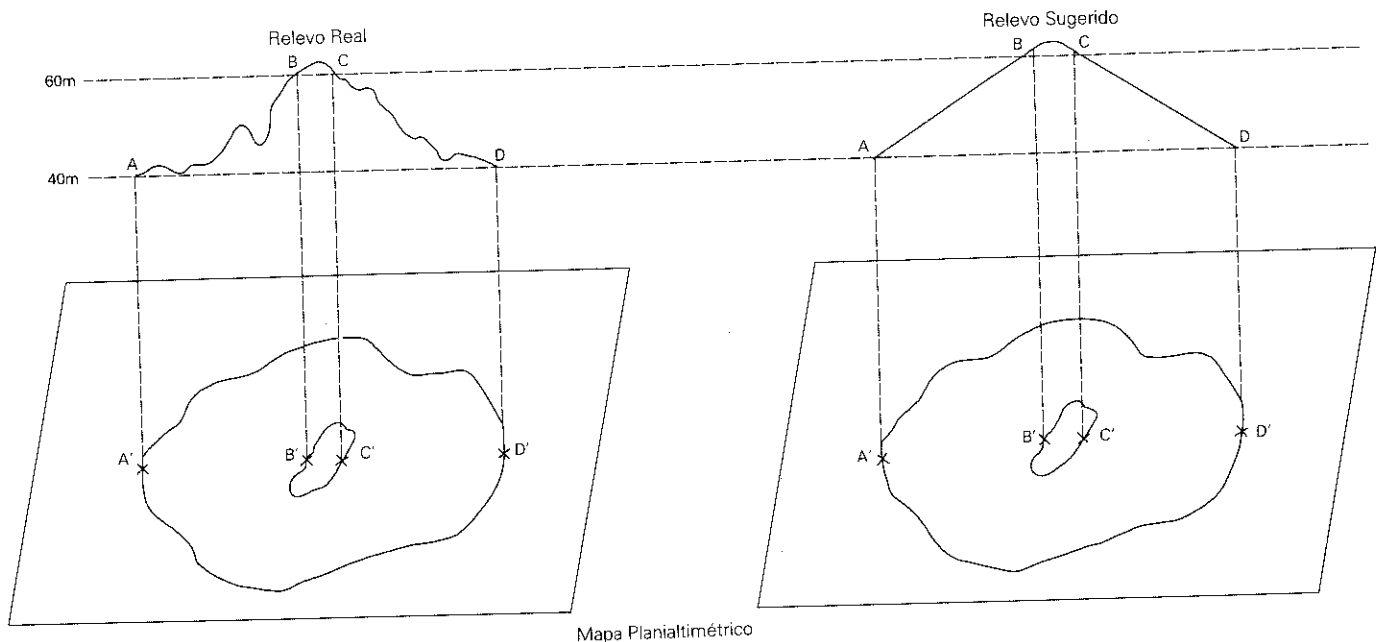


Fig. 5.6 - Relevo não manifesto pelas cartas planialtimétricas.

mente, a consideração individual e total desses fatores é só compreensível e possível em trabalhos de pesquisa quando é desejável o controle da maior parte das variáveis. Segundo o nível dos estudos, escalas dos mapas básicos usados e escalas de publicação, deverão ser feitas generalizações, de forma a compatibilizar as informações oferecidas com as necessidades dos usuários a quem o trabalho se destina, e com as disponibilidades técnico-econômicas.

A consideração das oito características a seguir mencionadas oferece resultados plenamente satisfatórios: salinidade e alcalinidade; drenagem; textura e estrutura do horizonte B; capacidade de troca catiônica; bases trocáveis; profundidade efetiva; textura e estrutura do horizonte superficial; e matéria orgânica.

Cada uma das manchas pedológicas é analisada segundo as características anotadas, atribuindo valores que variam de 0 a 10, conforme o grau de adequabilidade para o crescimento vegetativo normal da planta ou grupo de plantas sob consideração. Assim, os pesos para condições ideais são iguais a dez e para condições totalmente adversas igual a zero. Dentro desse intervalo, são atribuídos pesos intermediários, conforme seu maior ou menor efeito sobre a vida das plantas.

Com os valores assim obtidos, calcula-se a média geométrica que é usada para definir o grau de restrição inerente ao solo segundo os intervalos apresentados na Tabela 5.IX.

TABELA 5.IX  
Graus de restrição inerentes ao solo

GRAUS	ÍNDICES PEDOLÓGICOS
001	8,5-10,0
002	7,0-8,5
003	5,5-7,0
004	4,0-5,5
005	2,5-4,0
006	1,0-2,5
007	< 1,0

Os critérios usados e pesos médios dos respectivos intervalos de classe são a seguir relacionados.

#### A) Salinidade e alcalinidade

Apesar de o efeito do conteúdo de sais não estar condicionado unicamente à quantidade presente na solução do solo, havendo variações que dependem da textura, do tipo ou composição química e das espécies vegetais, é possível se fazer uma avaliação acurada através da interpretação de sua quantificação ao longo do perfil, realizada por métodos rotineiros de laboratórios e que normalmente acompanha a descrição dos perfis pedológicos. Como na maior parte das análises dos perfis é usada a condutividade elétrica da solução do solo, extraída de uma pasta saturada, como forma de avaliação desta característica, tem-se julgado conveniente estabelecer os pesos segundo suas unidades, milimhos/cm, mas, obviamente, qualquer outra expressão poderá ser usada, bastando apenas considerar suas equivalências.

Os pesos, atribuídos aos diferentes valores de condutividade específica, retratam resultados de experiências realizadas a este respeito (EUA, 1954). Estes trabalhos consideraram três critérios para sua avaliação: a capacidade do cultivo sobreviver em solos salinos; o rendimento dos mesmos nessas condições; e o rendimento relativo, isto é, o rendimento do cultivo em solo salino, comparado com o rendimento do mesmo em solo não salino, permanecendo os outros fatores constantes.

Tem-se dito que o efeito de salinidade está também condicionado pela distribuição dos sais ao longo do perfil e naturalmente é tanto mais restritivo quanto menor for a camada superficial não afetada. A fim de uniformizar os resultados, especialmente em trabalhos que abrangem grandes extensões, prefere-se que as observações fiquem restritas aos primeiros 50 cm, mesmo quando a

profundidade efetiva for superior a este valor. Naturalmente, limitar-se-ão à profundidade efetiva quando esta for inferior aos 50 cm. Por outro lado, nos casos em que a espessura a ser considerada estiver dividida em horizontes e subhorizontes, será necessário obter a média de seus valores, ponderada em relação às suas respectivas espessuras.

Como a presença de qualquer horizonte com condutividade elétrica maior que 24 e/ou relação  $Na^+/T \times 100 > 15$  imprime ao solo limitações muito especiais, tanto mais perto estiver da superfície, é necessário reconhecer, para a ponderação destas características, três casos possíveis:

- o solo não apresenta horizonte com condutividade elétrica superior a 24 milimhos/cm e/ou  $Na^+/T \times 100 > 15$  ao longo de todo o perfil ou estas condições estão presentes só após os primeiros 100 cm de profundidade;
- o horizonte com as condições mencionadas está entre 50 e 100 cm de profundidade; e
- o horizonte em foco está nos primeiros 50 cm de profundidade.

Naturalmente que se esta condição de extrema salinidade ou alcalinidade se apresenta no horizonte superficial a profundidade efetiva é zero e, assim, a média geométrica do perfil será também zero. A este respeito, no caso especial dos solos pedologicamente classificados como salinos e/ou alcalinos, incluindo entre estes os Planossolos do sistema em uso no Brasil<sup>(1)</sup>, é preferível também considerar a relação  $Na^+ + Mg^{++} > Ca^{++} + H^+$  como limitativa da profundidade efetiva dos mesmos.

Os pesos a serem atribuídos às diferentes situações, considerando os três casos possíveis, já mencionados, são os seguintes:

#### I. Solos sem horizonte extremamente salino e/ou alcalino<sup>(2)</sup> ao longo de todo o perfil

- Não salinos, condutividade inferior a 4 milimhos/cm ..... 9
- Ligeiramente salinos, condutividade entre 4 e 8 milimhos/cm ..... 8
- Moderadamente salinos, condutividade entre 8 e 12 milimhos/cm ..... 6
- Acentuadamente salinos, condutividade entre 12 e 16 milimhos/cm ..... 5
- Fortemente salinos, condutividade entre 16 e 20 milimhos/cm ..... 3
- Muito fortemente salinos, condutividade entre 20 e 24 milimhos/cm ..... 1

#### II. Solos com horizonte extremamente salino e/ou alcalino após os primeiros 50 cm

- Não salinos ..... 5
- Ligeiramente salinos ..... 3
- Moderadamente salinos ..... 2
- Acentuadamente salinos ou mais ..... 0

#### III. Solos com horizonte extremamente salino e/ou alcalino nos primeiros 50 cm de profundidade

- Não salinos ..... 3
- Ligeiramente salinos ..... 2
- Moderadamente salinos ou mais ..... 0

#### B) Drenagem

No seu sentido dinâmico, a drenagem diz respeito à rapidez e extensão com que a água é removida do solo, especialmente através do escoamento superficial e do fluxo em direção das correntes subterrâneas. Porém, esta remoção também se dá através da evaporação e da transpiração das plantas.

(1) A conceituação destes solos, no sistema mencionado, merece reparos. No sistema americano é um termo que caiu em desuso devido à ambigüidade de sua conotação.

(2) Condutividade maior que 24 milimhos/cm e/ou  $Na^+/T \times 100 > 15$ .



Como atributo intrínseco do solo se refere à frequência e duração do período durante o qual permanece por debaixo do ponto de saturação.

A drenagem, como aqui considerada, em seu sentido amplo, abrange a drenagem superficial (ou *runoff*), a drenagem interna e a permeabilidade.

A primeira é expressa pela relação percentual entre o influxo (água de chuva e drenagem de outros solos) e a que é removida pelo fluxo superficial. Tem, assim, forte influência da topografia, embora solos da mesma declividade possam apresentar diferenças sensíveis, imputáveis às suas características físicas.

A permeabilidade que é a propriedade do solo que permite à água (ou ar) circular através de sua massa pode ser medida em termos de relação de fluxo através de um corte transversal de solo saturado, na unidade de tempo, sob condições hidráulicas e de temperatura padronizadas.

A drenagem interna é o fluxo descendente do excesso de água que também, como a permeabilidade, sofre influência de textura, estrutura e outras características do perfil pedológico, porém está também afetada pela camada subjacente e pela altura do lençol freático. Assim, as duas últimas características, apesar de similares, podem apresentar valores bem diferentes.

Compreende-se que a determinação da drenagem geral não é simples e certamente que, para trabalhos detalhados, é necessário separar seus componentes e efetuar medições apropriadas. No entanto, para os propósitos aqui visados, considera-se suficiente pesá-los em conjunto.

Devido a esta complexidade julga-se conveniente adotar uma conceituação, a fim de garantir um mínimo de uniformidade nos trabalhos. Na falta de determinações específicas, recomenda-se o uso da seguinte:

Muito mal drenado — Drenagem extremamente lenta, a água é removida do solo tão vagorosamente que o lençol freático permanece na ou sobre a superfície a maior parte do ano (mais de 9 meses). De modo geral encontra-se sobre relevos planos ou depressões e suas cores, no horizonte superficial, são cinza-escuro ou preto (*values* até 4,5 e cromas 1 ou 0) e nos horizontes subjacentes cinza-claro (cromas 1 ou 0). Assim, nestes solos são comuns processos de gleyzação e horizontes orgânicos, do tipo *muck* quando a vegetação natural é composta, predominantemente, de gramíneas.

Mal drenado — A remoção da água é acentuadamente lenta a ponto do solo permanecer saturado ou o lençol freático permanecer perto da superfície durante uma boa parte do ano (6 a 9 meses).

É devida à presença do lençol freático alto, à presença de um horizonte impermeável, a contribuições de água subsuperficial ou a diferentes combinações destas causas.

As cores são, geralmente, acinzentadas, mais escuras no horizonte A, porém de croma 2, apresentando ou não mosqueado.

Imperfeitamente drenado — A água é removida lentamente a ponto de o solo permanecer saturado durante parte do ano (3 a 6 meses). Geralmente apresenta uma camada de permeabilidade lenta no perfil, lençol freático alto durante parte do ano, contribuições de água subsuperficial, ou combinações destas causas.

As cores são acinzentadas, brunadas ou amareladas (cromas superiores a 2), freqüentemente mosqueados na parte inferior do horizonte A e nos horizontes B e C.

Nas regiões de vegetação natural predominantemente composta de gramíneas, o horizonte A apresenta alto conteúdo de matéria orgânica e os outros horizontes início de gleyzação.

Menos que bem drenado — A água é removida com moderada lentidão. O solo permanece saturado durante curtos períodos de tempo (menos de 3 meses). Os impedimentos são da mesma natureza que os mencionados para os imperfeitamente drenados, porém presentes em menor grau. As cores são uniformes no horizonte A e na parte superior do horizonte B, com mosqueado evidente só no C.

Bem drenado — A água é removida porém não rapidamente. Apresenta, geralmente, texturas médias e cores uniformes (cromas 3 ou mais) com mosqueado apenas no horizonte C ou após os primeiros 100 cm de profundidade. Esta drenagem é característica dos perfis modais correspondentes aos solos zonais das classificações pedológicas anteriores.

Mais que bem drenado — A água é removida com rapidez moderada, especialmente do primeiro horizonte que, geralmente, apresenta textura leve. O restante do perfil apresenta as mesmas características dos bem drenados.

Acentuadamente drenado — A água é removida com rapidez ao longo de todo o perfil. Geralmente, as texturas em todos os horizontes são leves ou médias e suas cores uniformes, com mosqueado ausente ou presente só após os 120 cm de profundidade.

Fortemente drenado — A água é removida com rapidez acentuada. São, geralmente, solos Litólicos ou Regossólicos e, em alguns casos, areias. Apresentam cores uniformes, sem mosqueados, nos primeiros 120 cm, pelo menos.

Excessivamente drenado — A água é removida com extrema rapidez. São solos geralmente classificados como Areia ou Litosolos de declividades íngremes ou muito porosos.

Os pesos para a ponderação desta característica são os seguintes:

— muito mal drenado .....	0
— mal drenado .....	2
— imperfeitamente drenado .....	5
— menos que bem drenado .....	8
— bem drenado .....	9
— mais que bem drenado .....	8
— acentuadamente drenado .....	6
— fortemente drenado .....	3
— excessivamente drenado .....	2

#### C) Textura e estrutura do horizonte "B"

A textura e a estrutura são, de fato, duas características que estão intimamente relacionadas. A primeira reflete o percentual com que participam, na constituição do solo, as frações areia, limo ou silte e argila. A segunda diz respeito à forma como as partículas individuais estão agregadas entre si. No entanto, nem sempre esta relação está clara e diretamente estabelecida pois a estrutura, além de estar condicionada pela quantidade de argila presente na composição física do solo, também está pelo tipo da mesma, a quantidade e qualidade da matéria orgânica e outros aspectos físico-químicos.

A própria textura, apesar de sua conotação eminentemente física e a arbitrariedade com que foram estabelecidos os tamanhos de suas frações, tem a ela ligada claros e definidos comportamentos químicos, como a pobreza potencial e atual em nutrientes da fração areia e a capacidade de troca catiônica da argila, para não citar outros, que são de interesse prático na agricultura. No entanto, não devem ser exageradas nem generalizadas suas relações com a fertilidade e produtividade dos solos.


Assim sendo, seria conveniente discriminar em tipo, forma, tamanho e grau, segundo seja o caso, todas as texturas e estruturas de cada um dos horizontes e subhorizontes do perfil pedológico, para inferir, desde este ponto de vista, sua influência sobre a capacidade de uso dos solos. Obviamente, há dificuldades práticas para se proceder desta maneira, sobretudo quando se pretende realizar estudos que abrangem áreas mais ou menos amplas. Há, portanto, necessidade de aceitar meios termos desde que estes não comprometam os resultados, aos níveis visados.


Aqui, tem-se preferido ponderar a textura e a estrutura por separado para depois aceitar a média geométrica de seus valores como um dos oito pesos que, finalmente, definirão as restrições inerentes ao solo.

A textura foi dividida em sete grupos que, com suas correspondentes equivalências na nomenclatura internacional (Fig. 5.7), são as seguintes:



ESTRUTURA		TEXTURA										
		Granular	Grumosa	Bloco Subangular	Bloco Angular	Prismática Moderada	Colunar Moderada	Prismática Forte	Colunar Forte	Grão Simples	Maciça	Laminar
Muito leve	3	5	7	8	6	5	5	2	2	2	1	1
Leve	5	7	7	7	6	5	5	2	2	2	1	1
Mod. leve	8	8	8	7	6	5	5	2	2	2	1	1
Média	9	9	9	8	7	6	5	2	2	2	1	1
Mod. pesada	8	8	8	8	7	6	6	4	4	3	3	3
Pesada	6	7	7	7	6	5	5	3	3	2	2	2
Muito Pesada	5	7	7	6	5	5	5	3	3	2	2	2

 Combinações não registradas na prática

 Combinações pouco frequentes

 Combinações muito frequentes

Fig. 5.8 - Pesos dos grupos texturais e estruturais e valores adotados para as diferentes combinações.

$Y_a$  = Capacidade de troca catiônica por cada 100 g de argila  
 $x$  = pH

A tabela será aplicada diretamente para a média ponderada dos primeiros 100 cm de profundidade ou para a profundidade efetiva quando esta for inferior.

No caso dos solos classificados como Areias é conveniente considerar os valores da C.T.C. após correção para a matéria orgânica. Isto é, diminuindo 1,5 mE por cada 1% de conteúdo de matéria orgânica. Esta recomendação é feita considerando que os solos assim classificados na área tropical apresentam, sob condições naturais, conteúdos de matéria orgânica comparativamente altos que, sob cultivo, se esgotam rapidamente, ao ponto de terem que ser abandonados se após um ou dois ciclos de culturas anuais não segue a implantação de uma cultura permanente adaptada a essas condições. Desta maneira, a consideração pura e simples desses valores poderá induzir a atribuir a essas áreas uma capacidade que, na realidade, não é permanente. Contudo, em cada caso, um exame específico deste problema poderá melhor definir se este procedimento é ou não o mais correto.

Os pesos adotados para a ponderação desta característica pedológica são os seguintes:

- igual ou menor a 4 miliequivalentes por cada 100 g de solo ..... 3
- entre 4 e 8 miliequivalentes ..... 5
- entre 8 e 12 miliequivalentes ..... 6
- entre 12 e 16 miliequivalentes ..... 8
- maior que 16 miliequivalentes ..... 9

#### E) Bases trocáveis

Refere-se à soma dos íons  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$  e  $Na^+$  expressos em miliequivalentes por cada 100 g de solo.

Desde o ponto de vista químico pode ser admitida como uma medida da fertilidade atual dos solos pois é através do mecanismo de troca catiônica que se dá, em grande parte, a alimentação das plantas. A este respeito é conveniente lembrar que embora citados apenas quatro cátions, na verdade, estão sujeitos a este processo outros elementos de não menos importância.

Para estabelecer os diferentes graus de restrição, imputáveis a este fator, tem-se admitido, arbitrariamente, que um valor de soma de bases trocáveis de 16 mE/100 g de solo seria o mínimo admissível para um solo ser considerado como de grau de restrição 001, se esta classificação dependesse apenas deste fator.

Como quase todos os perfis estão subdivididos em horizontes e subhorizontes, cujas somas de bases trocáveis diferem entre si, ob-

ter-se-á, de preferência, a média ponderada em relação às suas correspondentes espessuras e a observação limitar-se-á aos horizontes A e B ou aos primeiros 100 cm de profundidade quando esta for superior.

Novamente os Regossolos, Vertissolos e Solos Aluviais constituirão exceções quando a profundidade efetiva abranger total ou parcialmente o horizonte C que, sob estas circunstâncias, será considerado.

Lembre-se que os horizontes extremamente salinos e/ou alcalinos interrompem a profundidade efetiva e que, de modo geral, são, por assim dizer, casos especiais de riqueza de bases trocáveis. Por este motivo, dependendo da profundidade a que estes tipos de horizontes estão presentes, reconhecem-se três situações que, com os respectivos pesos adotados na ponderação da característica em foco, são as seguintes:

- I. Solos sem horizonte extremamente salino e/ou alcalino ao longo de todo o perfil
  - Menos de 4 mE/100 g de solo ..... 3
  - De 4 a 8 mE/100 g de solo ..... 5
  - De 8 a 12 mE/100 g de solo ..... 6
  - De 12 a 16 mE/100 g de solo ..... 8
  - Mais de 16 mE/100 g de solo ..... 9
- II. Solos com horizontes salino e/ou alcalino após os primeiros 100 cm de profundidade
  - Menos de 4 mE/100 g de solo ..... 1
  - De 4 a 8 mE/100 g de solo ..... 2
  - De 8 a 12 mE/100 g de solo ..... 3
  - De 12 a 16 mE/100 g de solo ..... 5
  - Mais de 16 mE/100 g de solo ..... 6
- III. Solos com horizontes salino e/ou alcalino nos primeiros 100 cm de profundidade
  - Menos de 4 mE/100 g de solo ..... 1
  - De 4 a 8 mE/100 g de solo ..... 2
  - De 8 a 12 mE/100 g de solo ..... 3
  - Mais de 12 mE/100 g de solo ..... 5

#### F) Profundidade efetiva

Entende-se por profundidade efetiva a profundidade até onde as raízes das plantas podem atingir.

Como é facilmente compreensível, nem sempre toda a profundidade do solo pode ser considerada como efetiva. Na realidade esta deveria ser determinada em cada caso, porém, considerando o tipo e a escala do trabalho a ser realizado, este rigor na exatidão é perfeitamente dispensável.

Assim, em trabalhos de cunho regional poder-se-á considerar como tal a abrangida pelos horizontes A e B.

Este critério elimina sumariamente todo horizonte C. No entanto, dadas as características de algumas unidades de mapeamento dos estudos pedológicos básicos que são utilizados para a definição da capacidade de uso e alguns dos critérios empregados em sua elaboração, torna-se necessário tratar de forma especial alguns solos.

Este é o caso, por exemplo, dos Aluviais, dos Regossolos, dos Vertissolos e dos salinos-alcalinos.

Nos primeiros, todos ou quase todos os horizontes C podem e devem ser considerados como componentes da profundidade efetiva.

Já no caso dos Regossolos e Vertissolos, é mister uma avaliação individualizada de cada perfil para definir se parte ou o todo do C pode constituir a profundidade efetiva.

Nos solos salinos e alcalinos, a profundidade efetiva considerar-se-á interrompida por qualquer horizonte com relação  $Na^+/T \times 100$  igual ou superior a 15 e/ou condutividade elétrica superior a 24 milimhos/cm. Da mesma maneira todo horizonte gley totalmente desenvolvido também interrompe a profundidade sob consideração.

Os pesos adotados, para cada uma das situações possíveis, são os seguintes:

— nula .....	0
— bolsões com afloramento .....	2
— menos de 30 cm .....	3
— 30 a 60 cm .....	5
— 60 a 90 cm .....	6
— 90 a 120 cm .....	8
— mais de 120 cm .....	9

#### G) Textura e estrutura do horizonte superficial

Praticamente todo o afirmado com respeito a textura e estrutura do horizonte B (vide 5.1.1.4.3, C) pode ser aplicado ao horizonte superficial.

Naturalmente que, no caso especial de se apresentar um horizonte superficial orgânico, terá que se considerar se a tabela se ajusta ou não à situação específica e, em cada caso, adaptar-se-á a uma solução mais recomendável.

Não se trata apenas de definir se o percentual de matéria orgânica é ou não suficiente para caracterizar um horizonte orgânico. Dever-se-á considerar sua espessura e os possíveis efeitos das operações normais do preparo do solo sobre ela. É também relevante inferir a qualidade da mesma, porém as manchas sob estas condições em um mapeamento regional são tão pouco expressivas que qualquer preocupação adicional é preferível que seja canalizada a um exame do caso, pois as generalizações pouco contribuiriam para a análise do problema.

A tabela de pesos a ser considerada é também a incluída para o horizonte B (Fig. 5.8).

#### H) Matéria orgânica

Considerar-se-á unicamente a percentagem do horizonte A1. Quando estiver subdividido, determinar-se-á a média ponderada de seus componentes.

Normalmente este valor é calculado através dos percentuais de N ou C e faz parte dos resultados analíticos. A fim de evitar possíveis distorções com o emprego de um fator único, recomenda-se aplicar o seguinte critério:

- quando a relação C/N for superior a 15 multiplicar o valor de N por 20;
- quando a relação C/N estiver entre 9 e 15 multiplicar o valor C por 1,72 ou o valor N por 20, indiferentemente; e
- quando a relação C/N for inferior a 9 multiplicar o valor de C por 1,72.

Caso estiver ausente o horizonte A1 o critério será aplicado ao horizonte superficial presente.

Os pesos adotados na ponderação desta característica são os seguintes:

— menos de 1% .....	5
— de 1 a 2% .....	6
— de 2 a 5% .....	8
— mais de 5% .....	9

Em todos os casos em que a relação C/N for superior a 20 é conveniente diminuir os pesos citados em 2 pontos.

#### 5.1.1.5— Conceituação das classes, subclasses e séries do sistema

Observa-se que a sistemática proposta agrupa todos os resultantes-de-interação, antes considerados como identidades indivisíveis de capacidade, em um sem-número de unidades que, individualmente, comportam os que apresentam igual capacidade de influência sobre a produção e produtividade, quando submetidos ao mesmo sistema de manejo.

Estas unidades são, por sua vez, agrupadas em séries que reúnem as unidades que apresentam homogeneidade no que ao grau de restrição dos fatores clima, relevo e solo diz respeito, independente das características físico-químico-morfológicas que interferem na determinação de sua capacidade.

Similarmente, as séries são agrupadas em subclasses e estas em classes de acordo com o tipo geral e o grau da máxima restrição, respectivamente.

Desta maneira, segundo os objetivos, recursos, tempo, dados e cartografia básica disponível, o estudo poderá ser realizado com maior ou menor profundidade. Obviamente, o grau de abstração de suas generalizações não será o mesmo e, correspondentemente, deverá ser aceito com maiores ou menores restrições.

Nos parágrafos seguintes é oferecida a conceituação dos diferentes componentes do sistema, com exceção das unidades que por seu grande número teoricamente possível não são aqui incluídas.

No entanto, no capítulo seguinte registram-se todas as encontradas na Folha SA.24 Fortaleza, objeto do presente relatório.

#### 5.1.1.5.1 — Classe Plenater

Os resultantes-de-interação pertencentes a esta classe encontram-se, do ponto de vista climatológico, em áreas onde o atendimento efetivo da demanda hídrica atinge a mais de 85% do valor total, expresso o primeiro pela média geométrica de sua precipitação pluviométrica e de sua evapotranspiração real e o segundo por sua evapotranspiração potencial. Adicionalmente, contam com um período de crescimento vegetativo ininterrupto de mais de 210 dias, considerado um tempo de recorrência de 5 anos.

Normalmente fazem parte de superfícies estruturais tabulares, terraços e patamares, embora também sejam comuns sobre superfícies de acumulação fluviais e lacustres e, ainda, sobre formas erosivas tabulares e no topo de algumas formas convexas.

Por definição, são planos com declividade sempre inferior a 5%.

Pedologicamente apresentam algumas variações que são a base dos critérios usados para sua subdivisão em unidades. No entanto, pode-se caracterizá-la, em termos modais, da seguinte maneira:

- não são salinos (condutividade elétrica sempre inferior a 4 mmhos/cm) nem alcalinos ao longo de todo o perfil;



— têm boa capacidade de retenção de umidade com boa a moderadamente boa drenagem refletindo-se nas cores de seus solos que são uniformes ou apenas mosqueadas na parte inferior do perfil;

— o horizonte iluvial, bem como a camada superficial, apresenta texturas médias e correspondentemente suas estruturas são granulares ou em blocos subangulares;

— tanto sua fertilidade atual como a potencial, considerando a soma de bases trocáveis e a capacidade total de troca catiônica como medida dessas características, são altas. Em efeito ambas são sempre superiores a 16 mE/100 g de solo. Contribui também para esta situação o alto conteúdo de matéria orgânica que atinge níveis superiores a 5% com relação carbono/nitrogênio inferior a 20; e

— por outro lado, a profundidade efetiva é, freqüentemente, superior a 120 cm, contribuindo, ainda mais, com a fertilidade natural, principalmente por sua influência na capacidade de retenção de umidade.

As variações em torno da descrição modal que, como já afirmado, caracterizam as diferentes unidades, incluem: período de crescimento vegetativo reduzido até 180 dias; condutividade elétrica de até 8 mmhos/cm; drenagem acentuada; texturas moderadamente pesadas ou moderadamente leves e suas correspondentes estruturas; capacidade de troca e soma de bases de até 12 mE/100 g de solo; matéria orgânica superior a 1%; e profundidade efetiva não inferior a 60 cm.

#### A) Subclasses na Classe Plenater

Por definição, as subclasses agrupam, dentro de uma classe, todos os elementos de interação que apresentam o mesmo tipo geral de condicionante dominante.

Por outro lado, a Classe Plenater, também por definição, exclui as restrições que são suficientemente significativas a ponto de poderem ser reconhecidas subclasses. Conseqüentemente, não existem agrupamentos diferenciados a este nível.

#### B) Séries na Classe Plenater

Sendo série uma categoria onde todos os três tipos gerais de condicionantes são homogêneos e excluindo a Classe Plenater qualquer diferenciação ao nível de subclasse, só é possível a existência de uma série onde todos os seus tipos gerais de condicionantes se apresentam em um nível praticamente não restritivo. Esta série toma a denominação de Plenater 111 e corresponde, em sua definição, ao conceito central de sua classe.

#### 5.1.1.5.2 — Classe Lavoter

Climatologicamente, apresentam-se em áreas onde a média geométrica da precipitação pluvial e da evapotranspiração real representa não menos de 70% de sua correspondente evapotranspiração potencial e, adicionalmente, contam com um período de crescimento vegetativo ininterrupto de pelo menos 180 dias, com um tempo de recorrência de 5 anos.

Normalmente fazem parte do mesmo tipo de unidades geomorfológicas da classe anterior, porém, com declividades de até 15%. São, conseqüentemente, plenamente mecanizáveis.

Como em todas as outras classes, seus resultantes-de-interação apresentam variações pedológicas, porém sempre com expressão média de suas características físicas, químicas e morfológicas dentro da amplitude de variação admissível para a classe. Isto é, índice pedológico entre 7,0 e 8,5.

No entanto, em seu conceito central, seus solos podem ser caracterizados assim: apresentam ligeira ou nenhuma salinidade; são moderadamente bem ou bem drenados; com combinações de texturas moderadamente leves a moderadamente pesadas com estruturas granular, grumosa e em blocos angulares e subangulares; por outro lado, o conteúdo de bases trocáveis, bem como sua capaci-

dade total de troca catiônica são superiores a 12 mE/100 g de solo, sendo ainda considerados de boa fertilidade, mesmo situando-se na parte inferior dessa faixa; são também moderadamente profundos a profundos, com mais de 90 cm de profundidade efetiva; e seu conteúdo de matéria orgânica é superior a 2%.

O conceito central acima descrito, como já manifestado, comporta variações que, dentro das diferentes combinações dos tipos gerais de limitação (clima, relevo, solo), isto é, dentro de cada série, servem de critério para a identificação das unidades. Estas variações incluem: período de crescimento vegetativo reduzido até 150 dias; salinidade moderada; drenagem acentuada; texturas de moderadamente leves a moderadamente pesadas (e até pesadas no horizonte "B"), combinadas com estruturas que vão de granular até colunar moderada; capacidade de troca catiônica e soma de bases reduzidas até 8 mE/100 g de solo; profundidade efetiva de até 60 cm e matéria orgânica inferior a 1%.

Ocasionalmente podem registrar-se valores inferiores aos anotados, porém são aceitos com muita reserva e, naturalmente, quando compensados por outras características que possibilitem o comportamento médio adequado à classe.

#### A) Subclasses na Classe Lavoter

Respeitados os limites impostos para a conceituação da classe, é possível diferenciar nos resultantes-de-interação da Classe Lavoter três agrupamentos ao nível de subclasse, segundo o tipo geral de condicionante dominante: Lavoter-por-clima, Lavoter-por-relevo, Lavoter-por-solo.

É oportuno lembrar que nos casos de existirem dois tipos gerais dominantes ou mesmo quando não há dominância entre os três tipos aceitos, isto é, eles limitam a capacidade com igual intensidade, respeitar-se-á a ordem de prioridade clima, relevo, solo para a definição sistemática ao nível hierárquico sob análise.

A Subclasse Lavoter-por-clima engloba todos os componentes da classe que apresentam índice agroclimático superior a 70 e inferior a 85, independente das condições de relevo e solo.

A Subclasse Lavoter-por-relevo engloba todos os componentes de classe que apresentam relevo com declividade superior a 5% e, naturalmente, inferior a 15%, independente de suas condições de solo e clima.

Estes componentes são comuns sobre superfícies estruturais e sobre o topo das formas erosivas tabulares e convexas. Já nas agudas, destas últimas formas, são praticamente inexistentes. São, obviamente, menos freqüentes sobre as formas fluviais e lacustres, bem como nas vertentes das convexas, pois as primeiras tendem a apresentar relevo mais plano que o exigido pela definição da subclasse, acontecendo o contrário com as segundas.

Embora ocupando a faixa superior de relevo de sua classe, são plenamente mecanizáveis, demandando cuidados apenas na orientação de seus sulcos e ou faixas de cultivo.

Normalmente são de boa capacidade de produção, especialmente os classificáveis nas séries não limitadas por fatores pedológicos, caso em que quase se equivalem aos componentes da Classe Plenater.

Finalmente, a Subclasse Lavoter-por-solo agrupa os componentes que além de apresentarem índice agroclimático superior a 85 e relevo com declividade inferior a 5%, isto é, não classificáveis nas subclasses anteriormente mencionadas, têm características físicas, químicas e morfológicas, pedologicamente falando, tais que, quando ponderadas segundo a metodologia já explicitada, apresentam média geométrica superior a 7,0 e inferior a 8,5, denotando, com isto, possuírem limitações simples, facilmente superáveis ou contornáveis.

#### B) Séries na Classe Lavoter

Por definição, série é o conjunto que, além de apresentar a homogeneidade exigida por suas respectivas classes e subclasses, se

mostra também homogêneo no que concerne ao grau de restrição de seus três tipos gerais. Desta maneira, são possíveis sete séries na Classe Lavoter, pertencendo quatro delas à Subclasse Lavoter-por-clima, duas à Lavoter-por-relevo, e uma à Lavoter-por-solo, segundo a relação constante da Tabela 5.X

TABELA 5.X  
Séries na Classe Lavoter

Por clima	SUBCLASSES	
	Por relevo	Por solo
211	121	112
212	122	—
221	—	—
222	—	—

Tanto a Série 211 como a 212 apresentam em comum, além do clima que caracteriza sua subclasse, relevo com declividades inferiores a 5%. Diferenciam-se, porém, pelos seus solos: índice pedológico superior a 8,5 na primeira e entre 7,0 e 8,5 na segunda.

Já as Séries 221 e 222, também da mesma subclasse, diferem das duas anteriores por apresentarem um relevo mais limitado, embora ainda bom, de forma que as declividades se encontram dentro dos limites da classe. Também neste caso, a diferença entre estas duas séries é dada pelo solo que tem grau de restrição 001 na primeira e 002 na segunda.

Os componentes da Série 121 são classificados nesta classe apenas por apresentarem declividades entre 5 e 15%, pois agrupa resultantes-de-interação excelentes, tanto do ponto de vista climático como do pedológico.

Já a Série 122, que apresenta componentes com clima ótimo, está limitada, tanto pedológica como do ponto de vista do relevo, no grau próprio da classe.

Finalmente, são classificáveis na Série 112 todos os resultantes da Classe Lavoter que não foram enquadrados na Plenater apenas porque o solo de seus resultantes-de-interação apresenta restrições de segunda grandeza.

### 5.1.1.5.3 — Classe Agriter

Climatologicamente encontram-se em áreas onde a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real representa não menos de 55% de sua correspondente evapotranspiração potencial e, adicionalmente, contam com um período de crescimento vegetativo ininterrupto de pelo menos 150 dias, considerando um tempo de recorrência de 5 anos.

Do ponto de vista geomorfológico podem fazer parte de todas as formas estruturais, das unidades tabulares e convexas, das formas erosivas e dos terraços fluviais ou lacustres, das formas de acumulação, porém, em todos os casos, quando as declividades são inferiores a 25%. Assim sendo, são ainda mecanizáveis embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa dificuldade.

Pedologicamente, os resultantes-de-interação da Classe Agriter têm características físico-químico-morfológicas tais que a média geométrica dos seus pesos, de acordo com a metodologia proposta, seja superior a 5,5.

Seus solos são, conseqüentemente, variados. Em termos de conceituação modal podem ser descritos da maneira seguinte: não salinos a moderadamente salinos, condutividade elétrica de até 8 milimhos/cm; drenagem de ligeiramente lenta a acentuadamente rápida; textura de moderadamente leve até pesada, combinada com estrutura em blocos, prismáticas ou colunares moderadas e granulares; apresentam capacidade de troca catiônica, bem como soma de bases trocáveis, superior a 8 miliequivalentes por cada 100 g de solo, denotando, com isto, regular a boa fertilidade potencial e atual; são moderadamente profundos a profundos; conteúdos de matéria orgânica normalmente superiores a 1%.

Variações, para menos, dos valores acima descritos podem ser aceitas desde que devidamente compensadas, de forma a manter a capacidade dentro dos limites estabelecidos para a classe.

### A) Subclasses na Classe Agriter

Reconhecem-se três subclasses: Agriter-por-clima, Agriter-por-relevo e Agriter-por-solo.

A primeira inclui todos os resultantes-de-interação da classe que apresentam índice agroclimático superior a 55, e inferior a 70, independente de suas condições de relevo e de solo. Desta maneira, abrange também todos os componentes com limitações geomorfológicas e pedológicas com grau equivalente ao índice agroclimático citado e que, conseqüentemente, poderiam também ser classificados nas outras duas subclasses, mas que, respeitando a prioridade metodológica, são aqui incluídos.

A Subclasse Agriter-por-relevo agrupa os componentes que apresentam índice agroclimático superior a 70, e por isto não incluídos na anterior, têm relevo caracterizado por declividades entre 15 e 25%, independente de suas condições pedológicas.

A Subclasse Agriter-por-solo está constituída pelos resultantes-de-interação que, não sendo classificáveis nas subclasses anteriores, por apresentarem índices agroclimáticos superiores a 70 e/ou declividade inferior a 15%, apresentam índice pedológico não menor que 5,5.

### B) Séries na Classe Agriter

A combinação dos três tipos gerais de condicionante: clima, relevo, solo, com seus respectivos graus de restrição possíveis a este nível, determina a ocorrência das 19 séries relacionadas na Tabela 5.XI.

TABELA 5.XI  
Séries na Classe Agriter

Por clima	SUBCLASSES	
	Por relevo	Por solo
311	131	113
312	132	123
313	133	—
321	231	213
322	232	223
323	233	—
331	—	—
332	—	—
333	—	—

Destas séries, nove pertencem à primeira subclasse (clima), seis à segunda (relevo) e quatro à terceira (solo).

Por outro lado, a mesma tabela demonstra que a este nível do sistema os componentes podem ainda ser agrupados em conjuntos que guardam homogeneidade no que diz respeito ao grau de restrição e tipo de dois dos três condicionantes gerais.

Assim, as Séries 311, 312 e 313 da Subclasse Agriter-por-clima apresentam em comum, além do índice agroclimático superior a 55, solos com relevo praticamente plano, com 0 a 5% de declividade. Diferenciam-se, porém, porque seus índices pedológicos refletem condições restritivas de graus 001, 002 e 003 que, em última instância, determinam capacidade diferenciada para seus componentes.

De forma similar, as Séries 321, 322 e 323 que também são climatológica e geomorfológicamente equivalentes diferenciam-se entre si pelo grau de limitações pedológicas refletidas por seus índices que respectivamente são maiores que 8,5, entre 7,0 e 8,5 e inferiores a 7,0.

O terceiro grupo da Subclasse Agriter-por-clima, Séries 331, 332 e 333, comporta o mesmo raciocínio, diferindo apenas pela declividade de seus componentes que, neste caso, vão de 15 a 25%.

Já o grupo de Séries 131, 132 e 133, da Subclasse Agriter-por-relevo, se mostra homogêneo não só com respeito ao grau de restrição geomorfológica, que é característica da subclasse, como também do índice agroclimático que é sempre superior a 85. Diferem, no entanto, sob o aspecto pedológico, pois as médias geométricas dos pesos atribuídos a suas características físico-químico-morfológicas vão de 5,5 a 10,0 havendo, assim, capacidade diferenciada, também neste caso.

A mesma situação é representada pelas Séries 231, 232 e 233, porém, neste caso, a demanda hídrica ideal, expressa pela evapotranspiração potencial, está satisfeita entre 55 e 70% de seu valor total.

A Subclasse Agriter-por-solo que, como já mencionado, abrange os componentes não classificáveis nas outras subclasses e que apresentam índices pedológicos de 5,5 e 7,0 tem dois grupos 113, 123 e 213, 223, diferenciados pelo clima, ótimo no primeiro e ligeiramente limitado no segundo. Entre as séries de cada grupo, porém, é o relevo que varia, sendo plano nas mencionadas em primeiro lugar e com declividades de 5 a 15% nas segundas.

#### 5.1.1.5.4 — Classe Mesater

Do ponto de vista climático, os componentes desta classe se encontram em áreas onde a média geométrica da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração real representa não menos de 40% do valor de sua correspondente evapotranspiração potencial e, adicionalmente, contam com um período de crescimento vegetativo de pelo menos 120 dias, considerando um tempo de recorrência de 5 anos.

Geomorfológicamente, fazem parte das unidades tabular, terço e patamar das formas estruturais e das tabular, convexa e aguda das formas erosivas, porém, restritas aos lugares onde a declividade é inferior a 40%.

Suas características pedológicas são de tal natureza que seu correspondente índice, obtido segundo os critérios estabelecidos na metodologia, é igual ou superior a 4,0.

Modalmente, seus atributos físicos, químicos e morfológicos variam na amplitude seguinte: não, a acentuadamente salinos; drenagem de acentuadamente lenta a acentuadamente rápida; todas as texturas com exceção das muito leves e praticamente todas as estruturas; tanto a capacidade de troca catiônica como a soma de bases trocáveis superior a 4 miliequivalentes por cada 100 g de solo e profundidade efetiva não inferior a 30 cm.

#### A) Subclasses na Classe Mesater

Como todas as outras classes, esta também admite três subclasses, segundo o tipo geral de condicionante presente.

A Subclasse Mesater-por-clima abrange a parte cujo índice agroclimático é superior a 40 e inferior a 55, independente de suas condições de relevo e solo.

A Subclasse Mesater-por-relevo inclui os componentes que apresentando índice agroclimático superior a 55 apresentam declividades de 25 a 40%, independente de suas condições pedológicas. Note-se que, desta maneira, não são tratoráveis embora ainda possa ser possível, neles, o uso de tração animal.

A Subclasse Mesater-por-solo está integrada pelos resultantes que não sendo classificáveis nas subclasses anteriores têm índices pedológicos de 4,0 a 5,5, mostrando, assim, que seus solos apresentam características que limitam fortemente sua capacidade. Esta limitação, porém, não é imputável a suas condições climáticas e/ou geomorfológicas.

#### B) Séries na Classe Mesater

A Tabela 5.XII mostra as 37 séries da classe, distribuídas segundo suas respectivas subclasses.

TABELA 5. XII  
Séries na Classe Mesater

SUBCLASSES		
Por clima	Por relevo	Por solo
411	141	114
412	142	124
413	143	134
414	144	—
421	241	214
422	242	224
423	243	234
424	244	—
431	341	314
432	342	324
433	343	334
434	344	—
441	—	—
442	—	—
443	—	—
444	—	—

As Séries 411, 412, 413 e 414 que perfazem o primeiro grupo da Mesater-por-clima apresentam em comum, além do clima que caracteriza a subclasse, seu relevo que é plano (0 a 5%). A qualidade do solo porém, que na 411 é excelente, torna-se fortemente limitativa na 414, passando por situações intermediárias na 412 e 413. Esta variação é refletida pelos índices pedológicos que vão de 4,0 a 8,5.

As Séries 421, 422, 423 e 424 podem, desde os pontos de vista climático e pedológico, ser definidas nos mesmos termos que as anteriores pois ocupam posição equivalente. No entanto, neste caso, o relevo não se apresenta plano, atingindo declividades de até 15%, com limitações à mecanização que embora simples estão um grau acima das correspondentes às séries mencionadas anteriormente.

De maneira semelhante se comportam os últimos dois grupos da subclasse em consideração, porém, com diferenças no relevo, chegando, no caso dos componentes do último grupo, a limitar totalmente a tratorização das operações. A este respeito, salienta-se que estas séries não são classificadas na subclasse seguinte, apenas por critérios metodológicos.

Em efeito, todas as séries de Mesater-por-relevo estão fortemente limitadas pela declividade, de tal forma que sua mecanização é praticamente impossível. Por outro lado, dentro de cada grupo de séries desta subclasse há uniformidade climática, sendo este fator ótimo no primeiro, ligeiramente limitativo no segundo e moderadamente no terceiro. As condições pedológicas, porém, diferem de série a série, dentro de cada grupo, indo de ótimas nas primeiras a fortemente limitadas nas últimas (graus de restrição 001, 002, 003 e 004 respectivamente).

Por último, as séries de Mesater-por-solo dividem-se em três grupos de forma tal que dentro de cada um deles as condições de clima e de solos são constantes, variando apenas o grau de limitação atribuível ao relevo. Intergrupalmente, porém, existem diferenças no que diz respeito ao clima de seus componentes, refletidas por seus índices que são maiores que 85, de 70 a 85 e menor que 70, respectivamente.

#### 5.1.1.5.5 — Classe Agroster

Os componentes desta classe se encontram sob clima onde a relação percentual entre o atendimento efetivo, expresso pela média geométrica entre a precipitação pluvial e a evapotranspiração real, da demanda hídrica ideal, expressa pela evapotranspiração potencial, é pelo menos de 25% e, adicionalmente, contam com um período de crescimento vegetativo ininterrupto de, no mínimo, 90 dias, considerando um tempo de recorrência de 5 anos.

Geomorfologicamente fazem parte das mesmas unidades da classe anterior, porém, com declividades de até 55%, além das planícies inundáveis, desde que respeitado o condicionamento do período vegetativo.

O índice pedológico de seus componentes é igual ou superior a 2,5 e, assim, inclui uma ampla variedade de solos que apresentam, modalmente, as características seguintes: condutividade elétrica de até 16 milimhos/cm, podendo, desta maneira, ser até fortemente salinos; drenagem de acentuadamente lenta a fortemente rápida; quaisquer textura e estrutura, devendo, porém, ser feitas restrições à maciça e à laminar; capacidade total de troca catiônica, soma de bases trocáveis e conteúdo de matéria orgânica praticamente não restritivos e praticamente qualquer profundidade, desde que esta não possa ser definida como nula ou como de bolsões com afloramentos freqüentes.

#### A) Subclasses na Classe Agroster

De acordo com a natureza do tipo geral de condicionante mais restritivo são diferenciadas três subclasses: Agroster-por-clima, Agroster-por-relevo e Agroster-por-solo.

Na primeira são incluídos todos os resultantes-de-interação cujo índice agroclimático é superior a 25 porém inferior a 40, independente de suas condições de relevo e solo. Assim sendo, encontram-se em áreas onde, no melhor dos casos, é atendido menos de 40% das necessidades de umidade considerada ideal, representada pelo seu correspondente valor de evapotranspiração potencial.

A Subclasse Agroster-por-relevo envolve todos os componentes não classificáveis na anterior que apresentam declividade entre 40 e 55%. Conseqüentemente, todos seus resultantes-de-interação não são mecanizáveis.

A Subclasse Agroster-por-solo agrupa os resultantes que tendo índice agroclimático superior a 40 e declividades inferiores a 40% apresentam índice pedológico entre 2,5 e 4,0, denotando com isto que seus solos têm características fortemente limitativas.

#### B) Séries na Classe Agroster

Do total das séries da classe, 25 pertencem à Subclasse Agroster-por-clima, 20 à Agroster-por-relevo e 16 à Agroster-por-solo, conforme a Tabela 5.XIII.

TABELA 5. XIII  
Séries na Classe Agroster

SUBCLASSES		
Por clima	Por relevo	Por solo
511	151	115
512	152	125
513	153	135
514	154	145
515	155	—
521	251	215
522	252	225
523	253	235
524	254	245
525	255	—
531	351	315
532	352	325
533	353	335
534	354	345
535	355	—
541	451	415
542	452	425
543	453	435
544	454	445
545	455	—
551	—	—
552	—	—
553	—	—
554	—	—
555	—	—

As correspondentes à primeira poderiam ainda ser sistematizadas em cinco grupos homogêneos no que diz respeito ao relevo, além, naturalmente, do clima que é característico da subclasse.

No primeiro grupo, Séries 511, 512, 513, 514 e 515, a declividade é inferior a 5%, denotando, com isto, que seus relevos têm características bem próximas das consideradas ideais. No entanto, do ponto de vista do solo, há diferenças entre as séries do mesmo grupo. Na primeira, 511; tem grau de restrição 001 de tal maneira que, não fosse a muito forte restrição que impõe seu clima, seus resultantes seriam classificáveis na Classe Plenater. Já a última, 515, apresenta solo muito fortemente limitativo, expresso por seu índice pedológico que se situa entre 2,5 e 4,0.

O segundo grupo de séries (521, 522, 523, 524 e 525) abrange componentes que contam com relevo menos favorável em relação ao do grupo anterior (grau de restrição 002), porém são equivalentes nos outros aspectos.

Iguais considerações podem ser tecidas em torno dos outros grupos quando relacionados com seus anteriores, pois seus percentuais de declividade vão crescendo até atingir no último (Séries 551, 552, 553, 554 e 555) valores de 40 a 55%, mostrando que seus componentes estão fortemente limitados pelas características de seus relevos.

Note-se que todas as últimas séries de cada grupo poderiam, também, ser classificadas na subclasse por solo. Não o são, apenas, por critérios metodológicos que estabelecem a ordem de prioridade clima, relevo, solo.

As séries da Subclasse Agroster-por-relevo, segundo bloco da tabela já mencionada, apresentam, sem exceção, solos muito fortemente limitados pela declividade (de 40 a 55%).

Como no caso das séries da subclasse anterior, estas podem ser catalogadas em quatro grupos de cinco séries cada e comportam raciocínio similar ao desenvolvido para a subclasse anterior.

Finalmente os componentes da última subclasse estão muito fortemente limitados pela qualidade de seus solos (a Série 555 não é aqui classificada por restrições metodológicas, como já explicado), variando ora nos aspectos geomorfológicos ora nos climatológicos segundo se comparem os grupos entre si ou as séries dentro de cada grupo.

#### 5.1.1.5.6 — Classe Silvater

Os componentes desta classe se apresentam em praticamente qualquer tipo de clima, com exceção daqueles onde a média geométrica da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração real representa menos de 10% de sua correspondente evapotranspiração potencial e ou contam com período de crescimento vegetativo contínuo, inferior a 80 dias por ano, com tempo de recorrência de 5 anos.

Geomorfologicamente se excluem, apenas, as áreas onde a declividade é superior a 70%, as planícies marinhas e as dunas de modo geral.

Seu índice pedológico chega até 1,0 ficando excluídos, apenas, os solos muito fortemente salinos, com mais de 20 milimhos/cm de condutividade elétrica no seu extrato de saturação e os que apresentam drenagem extremamente lenta. Todas as outras características são, praticamente, não restritivas para os resultantes-de-interação serem classificados nesta classe.

#### A) Subclasses na Classe Silvater

A Subclasse Silvater-por-clima é constituída pelos resultantes cuja demanda ideal de umidade, representada por sua evapotranspiração potencial, é satisfeita apenas em 10 a 25%, consubstanciando, deste modo, condições agroclimáticas extremamente limitativas, dificilmente detectáveis no Brasil.

A Silvater-por-relevo abrange os que, não sendo classificáveis na subclasse anterior, têm declividades entre 55 e 70%, independente das condições pedológicas.



Por seu lado, a Silvater-por-solo inclui os resultantes que apresentando índice agroclimático superior a 25 e declividade inferior a 55%, conseqüentemente não sendo classificáveis nas subclasses anteriores, têm índice pedológico inferior a 2,5 e, naturalmente, superior a 1,0.

#### B) Séries na Classe Silvater

Respeitados os condicionantes dos níveis superiores, as séries representam as diferentes combinações possíveis dos graus e tipos de limitação próprios a cada subclasse. Desta forma, são possíveis 36 séries na Subclasse Silvater-por-clima, 30 na Silvater-por-relevo e 25 na Silvater-por-solo. Estas séries estão relacionadas na Tabela 5.XIV.

A totalidade das séries correspondentes à primeira são praticamente impossíveis no Brasil, dadas as condições que lhe são peculiares.

As correspondentes à segunda subclasse podem ser sistematizadas, como acontece nas outras classes, em cinco grupos de seis componentes cada que, além da declividade própria à subclasse, apresentam índices agroclimáticos homogêneos. Dentro de cada grupo, porém, diferenciam-se pelos solos que apresentam graus de limitação que vão de 001 a 006.

Desta maneira, a 161 abrange a parte dos resultantes-de-interação que apresentam solos de ótima qualidade e que, conseqüentemente, estão classificados nesta classe apenas por causa de sua declividade. Em contraposição, a 166 abrange os resultantes cujo solo é fortemente limitativo, de tal forma que sua classifica-

TABELA 5. XIV  
Séries na Classe Silvater

SUBCLASSES		
Por clima	Por relevo	Por solo
611	161	116
612	162	126
613	163	136
614	164	146
615	165	156
616	166	—
621	261	216
622	262	226
623	263	236
624	264	246
625	265	256
626	266	—
631	361	316
632	362	326
633	363	336
634	364	346
635	365	356
636	366	—
641	461	416
642	462	426
643	463	436
644	464	446
645	465	456
646	466	—
651	561	516
652	562	526
653	563	536
654	564	546
655	565	556
656	566	—
661	—	—
662	—	—
663	—	—
664	—	—
665	—	—
666	—	—

ção é devida tanto a essa condição como à declividade. Naturalmente, as séries intermediárias apresentam também situações intermediárias no que diz respeito a seu índice pedológico.

Similarmente, os componentes da 561 apresentam, também, solo ótimo, da mesma maneira que os da 161; diferem, porém, por causa de seu clima extremamente desfavorável. Situações intermediárias são encontradas nas Séries 562, 563, 564, 565.

Generalizações semelhantes podem ser feitas com respeito às séries da Subclasse Silvater-por-solo. Todos seus componentes estão, obviamente, limitados por características pedológicas. O clima, porém, transita de ótimo a extremamente limitativo, segundo seus resultantes passam do primeiro ao sexto grupo.

Por outro lado, de grupo para grupo, permanecem constantes as condições de clima, mudando entre as séries de cada grupo as condições de relevo.

#### 5.1.1.5.7 — Classe Silvester

Climatologicamente podem se apresentar sob, praticamente, qualquer tipo de clima, incluindo a faixa onde a média da precipitação pluvial, com a evapotranspiração real, representa menos de 10% de sua correspondente evapotranspiração potencial e as áreas onde o período de crescimento vegetativo é inferior a 80 dias, com tempo de recorrência de 5 anos.

Da mesma maneira, do ponto de vista geomorfológico, a amplitude das unidades e declividades sob as que podem se apresentar é muito grande, embora sejam típicos das formas agudas com declividades superiores a 70%, quando fazem parte de uma subclasse especial, como ver-se-á posteriormente.

Também, pedologicamente, as características físico-químico-morfológicas são as mais variadas, de forma que seu correspondente índice pode ocupar qualquer lugar da amplitude de variação estabelecida metodologicamente, embora esta afirmativa seja meramente conceitual pois, na prática, são extremamente improváveis solos de ótima qualidade sob, digamos, climas e relevos extremamente limitativos.

#### A) Subclasses na Classe Silvester

Como em todas as outras classes, exceto a Plenater, também nesta são reconhecidas três subclasses: Silvester-por-clima, Silvester-por-relevo e Silvester-por-solo.

Pertencem à primeira todos os resultantes-de-interação que, independente de suas condições de relevo e solos, apresentam índice agroclimático inferior a 10 e/ou período de crescimento vegetativo inferior a 80 dias (grau de limitação 700).

A subclasse mencionada em segundo lugar abrange os resultantes com mais de 70% de declividade (grau restrição 070) com exceção daqueles que atendendo também à definição da subclasse anterior são, por este motivo, respeitando a prioridade estabelecida na metodologia, nela classificados.

A terceira subclasse, Silvester-por-solo, está constituída pelos resultantes com média geométrica, das oito características pedológicas, inferior a 1,0.

Não são incluídos nesta última subclasse, mesmo quando satisfeitas as condições mencionadas, os resultantes que apresentam relevo com mais de 70% de declividade, quando são incluídos na anterior, e/ou índice agroclimático inferior a 10, quando são classificados na Silvester-por-clima.

#### B) Séries na Classe Silvester

As séries possíveis nesta classe, distribuídas de acordo com a subclasse a que pertence, estão incluídas na Tabela 5.XV.

As correspondentes à Subclasse Silvester-por-clima são improváveis no âmbito do território nacional.

As séries da Silvester-por-relevo podem, ainda, ser sistematizadas em seis grupos, de acordo com sua homogeneidade climatológica, comportando análise semelhante à realizada para as ou-

TABELA 5. XV  
Séries na Classe Silvester

TABELA 5. XVI  
Distribuição das unidades na Classe Lavoter

SUBCLASSES		
Por clima	Por relevo	Por solo
711	171	117
712	172	127
713	173	137
714	174	147
715	175	157
716	176	167
717	177	—
721	271	217
722	272	227
723	273	237
724	274	247
725	275	257
726	276	267
727	277	—
731	371	317
732	372	327
733	373	337
734	374	347
735	375	357
736	376	367
737	377	—
741	471	417
742	472	427
743	473	437
744	474	447
745	475	457
746	476	467
747	477	—
751	571	517
752	572	527
753	573	537
754	574	547
755	575	557
756	576	567
757	577	—
761	671	617
762	672	627
763	673	637
764	674	647
765	675	657
766	676	667
767	677	—
771	—	—
772	—	—
773	—	—
774	—	—
775	—	—
776	—	—
777	—	—

CLASSE	SUBCLASSE	SÉRIE	UNIDADE	ÁREA (km <sup>2</sup> )
Lavoter	Lavoter-por-clima	212	212/de	170
		222	222/cb	313

#### 5.1.2.1.1 — Subclasse Lavoter-por-clima

##### A) Série 212

##### I. Unidade 212/de

Acha-se localizada exclusivamente nas áreas aluvionais dos rios Curu e Parnaíba, nas proximidades de suas embocaduras.

No que concerne ao clima, esta unidade acha-se abrangida por duas manchas caracterizadas por índices agroclimáticos de 76% para a área aluvial do rio Curu, e de 80%, para o rio Parnaíba. A temperatura média mensal, máxima de 26,4°C e mínima de 24,7°C registradas, é de mesma magnitude em ambas as faixas. No tocante à precipitação pluviométrica, verifica-se que a faixa onde se encontra a mancha do Curu, com uma média anual de 1.389 mm, é ligeiramente inferior à outra, que apresenta 1.470 mm. Uma estação chuvosa que começa em janeiro, terminando em julho, com precipitações bastante irregulares e máximas pluviais nos meses de março e abril, e uma estação seca se prolongando de agosto a dezembro caracterizam a faixa que contém a mancha do Curu. Por outro lado, a mancha alocada ao vale do rio Parnaíba está climaticamente caracterizada por uma estação chuvosa que tem início em dezembro e termina em junho, com máximas precipitações nos meses de março e abril e uma estação seca que perdura de julho a novembro.

Do ponto de vista geomorfológico, esta unidade faz parte de áreas planas resultantes de acumulação fluvial, sujeitas a inundações, pertencentes às planícies aluviais (vide 2 — Geomorfologia), cuja declividade é sempre inferior a 5%, sendo por conseguinte mecanizáveis, com um máximo de aproveitamento da potência das máquinas utilizadas.

Seu índice pedológico (média geométrica de suas características físico-químicas) atinge o valor 7,7 (Tab. 5.XVII) que reflete restrições de segunda ordem (grau de restrição 002).

Entre as referidas características, a drenagem interna (imperfeita) e a estrutura (prismática moderada) são as mais limitantes ao seu aproveitamento.

Por outro lado, apresenta uma profundidade efetiva superior a 160 cm, com textura média (franco-argilosa) no horizonte superficial. Quanto às características químicas, apresenta pH ligeiramente ácido (6, 7); alto conteúdo de matéria orgânica, onde atinge níveis superiores a 3%; capacidade total de troca catiônica e soma de bases trocáveis disponíveis, com valores em torno de 27 miliequivalentes por cada 100 g de solo; e é não salino (condutividade elétrica inferior a 1 milimho/cm) nem alcalino ao longo de todo o perfil.

Portanto, esta unidade apresenta elevado potencial natural sob os pontos de vista climático, geomorfológico e pedológico.

Atualmente esta unidade está sendo intensamente utilizada através de projetos de irrigação. Desta maneira, a mancha aluvial do rio Curu, sobre a qual acha-se assentado o Projeto Curu-Paraipaba (com irrigação por aspersão), se encontra ocupada com uma variada gama de cultivos onde aparecem os da batata-doce, laranja, tomate, feijão, milho, mandioca, maracujá, cana-de-açúcar, forrageiras, além de várias consorciações, que se apresentam em proporções bastante significativas.

A pecuária leiteira, com um plantel representado basicamente pela raça holandesa, desenvolvida em um regime de semi-estabulação, também se faz presente.

Por outro lado, sobre a mancha aluvial do Parnaíba, constata-se também uma exploração intensiva, sobretudo com a cultura do arroz, em segundo plano, feijão e mandioca, além do milho e forrageira nas partes mais secas.

tras classes, guardando, naturalmente, suas diferenças no grau das limitações que apresentam.

Da mesma maneira, os componentes da Subclasse Silvester-por-solo podem ser agrupados também em seis grupos que comportam a análise semelhante à das outras subclasses.

#### 5.1.2 — LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS DA FOLHA SA.24 FORTALEZA

##### 5.1.2.1 — Classe Lavoter

A Classe Lavoter abrange um total de 483 km<sup>2</sup> que corresponde a cerca de 1,1% da área do mapa. Está distribuída nos setores leste, centro e noroeste da Folha em pequenas manchas. Apenas uma subclasse, a Lavoter-por-clima, compõe a classe. Duas séries formam a subclasse, a 212 e a 222. As unidades que constituem as séries também em número de duas (Tab. 5.XVI) serão descritas a seguir.

B) Série 222

I. Unidade 222/cb

Encontra-se distribuída por manchas isoladas, sendo duas próximas a Fortaleza, mais precisamente na parte central e centro-norte do município de Caucaia, e a terceira, a maior entre elas, contígua ao sopé da serra da Ibiapaba, no setor leste da mesma.

Estas manchas apresentam-se em duas zonas agroclimáticas com índices de 76 e 82%. Isto é, em faixas onde se considera que a demanda máxima de umidade, representada por sua evapotranspiração potencial, é atendida nas percentagens mencionadas. Adicionalmente, se caracterizam por apresentar, a primeira, temperaturas médias anuais da ordem de 26°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.400 mm e, a segunda, de 23°C e de 1.200 mm respectivamente.

Geomorfologicamente fazem parte, apenas, de superfícies pediplanadas com declividades de 5 a 15%, sendo, por conseguinte, plenamente mecanizáveis.

Pedologicamente a unidade está caracterizada por apresentar drenagem boa e nenhuma salinidade nem alcalinidade; textura da camada superficial franco-arenosa e estrutura em blocos subangulares no horizonte iluvial; capacidade de troca catiônica e soma de bases trocáveis com 7,5 e 6 mE/100 g de solo, respectivamente; profundidade efetiva superior a 100 cm; teor de matéria orgânica inferior a 2% e pH 6,4 no solo superficial (Tab. 5.XVII).

Assim, os três fatores de interação restringem com a mesma intensidade os resultantes desta unidade que pode ser considerada como portadora de boa capacidade agrícola.

O aproveitamento racional desta unidade exige práticas de conservação simples como cultivos em faixas; rotação de culturas, inclusive de gramíneas e leguminosas; além do emprego de calagem e reposição de adubos e restos de culturas, com o fim de melhorar as características químicas e, conseqüentemente, proporcionar um aumento na produtividade.

Esta unidade atualmente se encontra com uma cobertura vegetal caracterizada pela Estepe Arbórea Densa e uma Vegetação Secundária, ambas com palmeiras (vide 4 — Vegetação). Todavia, esta cobertura está cedendo lugar às atividades agropecuárias, principalmente na parte leste da serra da Ibiapaba, onde se encontra literalmente tomada por atividades agrícolas, sobretudo na época chuvosa, com culturas de milho, feijão, algodão-mocó e herbáceo e mandioca, além de algumas consorciações de milho x feijão, milho x mandioca e milho x feijão x mandioca. Além disto, a pecuária extensiva e a criação de caprinos e bovinos também se fazem presentes.

5.1.2.2. — Classe Agriter

A Classe Agriter cobre uma área de 7.234 km<sup>2</sup> correspondentes a cerca de 17% do total da Folha. Está disseminada por toda a área estudada, concentrando-se mais no setor central e no leste da Folha e mais rarefeita no norte.

Compõem esta classe três subclasses: a Agriter-por-clima que perfaz um total de 5.698 km<sup>2</sup>, a Agriter-por-relevo com apenas 131 km<sup>2</sup> e a Agriter-por-solo com uma área de 1.405 km<sup>2</sup>.

A Subclasse Agriter-por-clima engloba cinco séries: 312, 322, 323, 332 e 333. A Agriter-por-relevo é formada por apenas uma série, a 231, enquanto que a Subclasse Agriter-por-solo está composta por quatro séries: 113, 123, 213 e 223. As 10 séries citadas geram 18 unidades (Tab. 5.XVIII) que serão descritas a seguir.

5.1.2.2.1 — Subclasse Agriter-por-clima

A) Série 312

I. Unidade 312/de

Situa-se ao longo dos vales do rio Acaraú e Curu.

Esta unidade está representada por duas áreas que, devido a sua situação geográfica, apresentam variações climáticas particulares (Tab. 5.XIX).

No vale do Acaraú a média do índice agroclimático está em torno de 55%, com temperatura média anual de 26,4°C e precipitação média anual de 925 mm distribuídos irregularmente. A deficiência hídrica, 784 mm, ocorre nos meses de julho e fevereiro e o excedente hídrico, 100 mm, nos meses de abril e maio segundo dados meteorológicos das estações de Sobral e do açude Forquilha.

No vale do Curu a média do índice agroclimático situa-se em torno de 64% com temperatura média anual de 25,7°C, e precipitação média anual de 1.132 mm irregularmente distribuídos. Apresenta deficiência hídrica (664 mm) entre os meses de agosto a janeiro e excedente hídrico (258 mm) entre os meses de março e maio, segundo dados das estações de São Luís do Curu e do açude Pereira de Miranda (ex-Pentecostes).

Geomorfologicamente a unidade encontra-se sobre a planície fluvial dos rios Acaraú e Curu com declividades inferiores a 3%.

Dentre as características pedológicas analisadas apresentam-se imperfeitamente drenados, ligeiramente ácidos (pH 6,4) no horizonte superficial, não salinos (C.E. menor que 4 mmhos/cm) e não alcalinos. Sua profundidade efetiva está em torno de 125 cm, e a textura do horizonte superficial franco-argilosa, com estrutura da camada subsuperficial, moderada, prismática. Tem soma de bases

TABELA 5.XVII  
Caracterização das unidades (Subclasse Lavoter-por-clima)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO								CLIMA					
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
212/de(1)	76	<5	7,7	<4	Imperfeita	Prismática moderada	Franco-argilo-siltosa	27,1	26,8	160	Franco-argilosa	Blocos subangulares	3,4	1.389	25,6	1.520	980
212/de(2)	80	<5	7,7	<4	Imperfeita	Prismática moderada	Franco-argilo-siltosa	27,1	26,8	160	Franco-argilosa	Blocos subangulares	3,4	1.470	25,6	1.502	985
222/cb(1)	76	5 a 15	7,0	<4	Bem drenado	Blocos subangulares	Argilosa	7,5	6,0	106	Franco-arenosa	Blocos subangulares	1,6	1.400	26,0	1.520	980
222/cb(2)	82	5 a 15	7,0	<4	Bem drenado	Blocos subangulares	Argilosa	7,5	6,0	106	Franco-arenosa	Blocos subangulares	1,6	1.200	23,0	1.136	727

Obs.: Os números (1) e (2) indicam que a mesma unidade está caracterizada com ligeiras variações segundo sua localização.

trocáveis e capacidade de troca catiônica em torno de 27,0 mE/100 g de solo e teor de matéria orgânica de 3%.

Esta unidade encontra-se sobre Solos Aluviais eutróficos (vide 3 — Pedologia) originados de sedimentos aluviais argilo-siltosos do Holoceno.

Na interação dos fatores, o clima constitui o de maior limitação ao uso das terras desta unidade, sendo o vale do Acaraú um pouco mais carente que o do Curu.

TABELA 5.XVIII  
Distribuição das unidades na Classe Agriter

CLASSE	SUBCLASSE	SÉRIE	UNIDADE	ÁREA (km <sup>2</sup> )
Agriter	Agriter-por-clima	312	312 /de	388
			312 /ep	10
			312 /cb	86
		322	322 /ep	733
			322 /em	91
			322 /cb	988
			322 /pm	195
		323	323 /cb	2.892
		332	332 /ep	93
			332 /pm	100
	333	333 /cb	122	
	Agriter-por-relevo	231	231 /de	131
	Agriter-por-solo	113	113 /cb	249
		123	123 /cb	69
		213	213 /cb	45
223		223 /de	315	
		223*/cb	119	
	223 /cb	608		

\* Série definida por excesso de umidade.

Pedologicamente, as maiores limitações ao seu uso são a drenagem interna e a estrutura. A drenagem além de ser incipiente está aliada a uma estrutura prismática composta de blocos angulares tornando lento o escoamento da água, acarretando excessos durante um longo período de tempo.

Atualmente, da vegetação natural restam apenas vestígios da floresta subcaducifolia de várzea em contato com a estepe, a qual está sendo paulatinamente substituída por culturas de subsistência, como o milho, feijão, mandioca, batata-doce, arroz e alguma fruticultura.

## II. Unidade 312/ep

Ocorre a leste do rio Acaraú, tendo como latitude 4°S.

Climatologicamente encontra-se numa região onde o índice agroclimático é de 58%, sendo a temperatura média anual 27,1°C e a média anual de precipitação 1.133 mm. Ocorre uma deficiência hídrica de 830 mm entre os meses de julho e janeiro, e um excedente de 258 mm, entre os meses de março e maio, conforme dados do balanço hídrico da estação pluviométrica de Cariré.

Encontra-se sobre uma superfície geomorfológica de forma tabular com declividade inferior a 5%, elaborada sobre a Superfície Sertaneja.

Seus solos são moderadamente drenados, ligeiramente ácidos (pH 6,4 no horizonte superficial); não salinos (C.E. menor que 4

mmhos/cm) e não alcalinos; com profundidade efetiva em torno de 59 cm; textura franco-arenosa no horizonte superficial; estrutura do horizonte B2 moderada, prismática, composta de blocos angulares; soma de bases trocáveis em torno de 23,0 mE/100 g de solo; capacidade de troca catiônica 24,8 mE/100 g de solo; e teor de matéria orgânica superior a 1,5% no horizonte superficial (Tab. 5.XIX).

O fator clima representa a maior limitação à utilização do potencial agrícola das terras desta unidade, uma vez que a precipitação não é bem distribuída, apresentando um período biologicamente seco durante sete meses.

Estas terras não apresentam impedimento ao uso de máquinas e implementos agrícolas; no entanto, práticas simples de conservação devem ser efetuadas no sentido de conservar sua profundidade que é um dos fatores mais restritivos a seu uso.

Por outro lado, apesar de sua boa fertilidade natural, cuidados especiais devem ser considerados, devido a sua estrutura que juntamente com a sua profundidade são características mais limitativas, necessitando de práticas de manejo do solo com a finalidade principal de favorecer o desenvolvimento radicular das culturas.

Atualmente a vegetação que a recobre é a Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila), com predominância de jurema, mofumbo e pau-branco onde a pecuária é extensiva em meio a esta vegetação. As culturas mais comumente encontradas são o algodão, principalmente o arbóreo, milho, feijão e mandioca, entre outras menos freqüentes.

## III. Unidade 312/cb

Ocorre entre as serras da Ibiapaba e Meruoca, nas proximidades da localidade de Araquém.

Climatologicamente encontra-se numa região que apresenta uma média geométrica da precipitação e evapotranspiração real com 62% de sua correspondente evapotranspiração potencial, sendo a temperatura média anual de 26,7°C com uma precipitação média anual de 1.179 mm, apresentando deficiência hídrica de 756 mm nos meses de julho a janeiro, e um excedente de 280 mm entre os meses de março a maio, conforme dados obtidos do balanço hídrico da estação meteorológica de Araquém.

Sob o ponto de vista geomorfológico acha-se sobre uma superfície pediplanada com declividade inferior a 5% (Tab. 5.XIX) elaborada sobre a Superfície Sertaneja.

Seus solos são bem drenados; ligeiramente ácidos (pH 6,4) no horizonte superficial; não salinos (C.E. menor que 4 mmhos/cm) e não alcalinos; profundidade em torno de 165 cm; textura do horizonte superficial franco-arenosa; estrutura do horizonte B2 fraca pequena, blocos subangulares; soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica em torno de 6,0 e 6,9 mE/100 g de solo respectivamente; e teor de matéria orgânica maior que 1% até os primeiros 20 cm.

São, no entanto, facilmente mecanizáveis por se encontrarem em declividade não superior a 5%, necessitando apenas de práticas simples de conservação. Devem, porém, ser observadas algumas áreas com solos mais rasos que se encontram incluídas nesta unidade, diferindo, portanto, das características acima mencionadas.

Pedologicamente a unidade apresenta, de modo geral, características boas. A sua acidez é adequada para o desenvolvimento da maioria das culturas climaticamente adaptadas na região, necessitando apenas, em um sistema de manejo mais intensivo, de pequena complementação corretiva. Neste sentido, sua maior limitação diz respeito à soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica, que demandam complementações, especialmente com potássio. Sobre o mesmo aspecto, deve-se observar os teores de nitrogênio e de matéria orgânica.

Atualmente a vegetação que a recobre é a Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila) (vide 4 — Vegetação), com domínio do juazeiro, jurema, mofumbo, sabiá, catingueira, pau-branco,



jacá, pereiro e marmeleiro, que atualmente estão sendo substituídos pelas culturas do milho, feijão e algodão, juntamente com algumas criações extensivas de bovinos, caprinos e ovinos.

## B) Série 322

### I. Unidade 322/ep

Encontra-se dispersa na área em estudo, abrangendo parte dos municípios de Cariré, Sobral e Santana do Acaraú, sul da serra da Uruburetama e uma pequena mancha a oeste da localidade de Bom Princípio, CE.

Climatologicamente abrange áreas onde o índice agroclimático é de 58% (Tab. 5.XIX), sendo a temperatura média anual de 26,6°C, com precipitação média anual de 1.059 mm, com meses mais chuvosos entre janeiro e maio, irregularmente distribuídos. Apresenta déficit hídrico de 787 mm, distribuídos entre os meses de julho a fevereiro, e excesso de 198 mm, nos meses de março a maio, de acordo com dados correspondentes às estações pluviométricas de Vertentes, Cariré, açude Forquilha, Sobral, Bom Princípio (CE) e Ipaguaçu.

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas e tabulares, desenvolvidas sobre a Superfície Sertaneja com declividades que não ultrapassam os 15%.

Está composta por solos bem drenados; ligeiramente ácidos (pH 6,3) no horizonte superficial; não salinos e nem alcalinos; profundidade efetiva em torno de 60 cm; e textura do horizonte superficial franco-arenosa. A estrutura do horizonte B2 é prismática, composta de blocos angulares e subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica, com 16,0 e 18,0 mE/100 g de solo respectivamente, podem ser consideradas altas, bem como seu teor de matéria orgânica superior a 1,5% no horizonte superior.

Pedologicamente esta unidade é considerada como do segundo grau de restrição (002) devido a sua profundidade efetiva. A estrutura, por apresentar elementos estruturais fortemente agregados a partir dos 15 cm de profundidade, dificulta o desenvolvimento radicular das plantas que, aliada a sua profundidade efetiva (60 cm), não permite o armazenamento de água em disponibilidade ideal para as culturas.

Todos os outros fatores físico-químicos encontram-se adequadamente equilibrados, ressaltando-se que nunca será de mau proveito a restituição dos elementos retirados durante as progressivas colheitas, mesmo sabendo-se que estes solos possuem uma reserva mineral satisfatória decorrente de composição mineralógica de seu material original.

É comum na área desta unidade a presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus (fragmentos de rocha maiores que 2,0 cm) e até de matações que, às vezes, chegam a caracterizar uma pavimentação desértica na superfície do solo, modificando substancialmente sua capacidade.

Algumas práticas de manejo e conservação devem ser adotadas na utilização destes solos, uma vez que a sua declividade, aliada às condições texturais, favorece uma erosão laminar que pode ocasionar sulcos e até voçorocas.

O regime climático de 7 a 8 meses secos com uma precipitação anual em torno de 1.000 mm, condicionado a uma elevada evapotranspiração, com baixas e irregulares precipitações pluviométricas, concorre para que as terras desta unidade apresentem limitações moderadas quanto a sua utilização agrícola. São atualmente utilizadas com pecuária extensiva em meio à vegetação natural de caatinga. As culturas mais comumente encontradas são as do algodão, principalmente o arbóreo, ocorrendo também pequenas culturas de subsistência, milho, feijão e mandioca, entre outras menos freqüentes.

A vegetação atual que a recobre é a Estepe Parque e Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiper e hipoxerófila) (vide 4 — Vegetação), com predominância de marmeleiro, jurema, mofumbo, cactáceas e substrato graminoso.

### II. Unidade 322/em

Está situada no distrito de Bom Princípio, CE, a sudeste da serra das Danças, localizada na região leste da Folha em estudo.

Climatologicamente encontra-se numa região com índice agroclimático de 61%, sendo a temperatura média anual de 26,6°C, com precipitação média anual de 1.029 mm, ocorrendo os meses mais chuvosos entre janeiro e junho. A deficiência hídrica é de 746 mm, acentuando-se entre os meses de julho a janeiro, e o excedente hídrico de 134 mm, entre os meses de abril e maio.

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas elaboradas sobre a Superfície Sertaneja, com declividades que não ultrapassam 15%.

Pedologicamente, entre as características físico-químicas analisadas, apresentam drenagem moderada, ligeiramente ácidos (pH 6,7); não são salinos nem alcalinos e a profundidade efetiva está em torno de 85 cm. A textura do horizonte superficial é franco-argilo-arenosa, com estrutura do horizonte B2 do tipo prismática, composta de blocos angulares. Sua soma de bases trocáveis situa-se em torno de 22,0 mE/100 g de solo, a capacidade de troca catiônica é de 24,5 mE/100 g de solo e o teor de matéria orgânica é inferior a 1,0% (Tab. 5.XIX).

Na interação dos fatores de formação desta unidade, a limitação mais acentuada diz respeito ao fator clima que apresenta um regime semi-árido, com índices elevados de evapotranspiração e baixas e irregulares precipitações pluviométricas.

Quanto ao relevo, as práticas de manejo e conservação são as mesmas discutidas no item da unidade anteriormente descrita (322/ep).

Dentre as características físico-químicas dos solos desta unidade ressaltam-se, como de maior restrição, o tipo e arranjo dos elementos estruturais que se situam após os 40 cm de profundidade e o baixo teor de matéria orgânica desde o horizonte superficial. Quanto à estrutura, os cuidados e práticas são os mesmos expostos na Unidade 322/ep. Com relação a matéria orgânica, esta necessita ser complementada através de adubação verde, ou adição de compostos orgânicos, que satisfaçam as necessidades culturais, melhorem as condições físicas do solo, contribuindo para uma maior retenção de água e melhorando a estruturação das partículas do solo e a textura da camada superficial.

De menor importância salienta-se ainda sua profundidade efetiva com 85 cm, considerada como moderadamente profunda.

A formação vegetal que participa da cobertura destes solos é a de Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila) composta de mofumbo, marmeleiro, relógio, mata-pasto, jurema e pau-branco, entre outras.

O uso atual está limitado pela exploração de algodão arbóreo, milho e feijão, além de uma pecuária extensiva aproveitando o pasto natural que ocorre em meio à vegetação de caatinga, com uma capacidade de apascentamento muito baixa.

### III. Unidade 322/cb

Ocorre em áreas concentradas a leste do sopé da serra da Ibiapaba, abrangendo parte dos municípios de Mucambo e Frecheirinha; na região sudoeste da serra da Uruburetama, numa pequena porção do município de Itapajé e, finalmente, desde as circunjabências dos açudes Pereira de Miranda (ex-Pentecostes) e Caxitoré estende-se a jusante do vale do rio Curu até um pouco além do núcleo urbano de São Luís do Curu.

Climatologicamente está caracterizada pelas estações pluviométricas das localidades de Mucambo, Frecheirinha, Itapajé, açude Pereira de Miranda (ex-Pentecostes), açude Caxitoré e São Luís do Curu. Em termos médios apresenta um índice agroclimático de 64%, temperatura média anual de 25,6°C e precipitação média anual de 1.090 mm; os cálculos de balanço hídrico mostram déficit hídrico de 645 mm, entre os meses de julho e janeiro e excesso, totalizando 235 mm, nos meses de março, abril e maio.

Geomorfologicamente está desenvolvida sobre superfícies pediplanadas e formas convexas da Superfície Sertaneja.

Seus solos se apresentam bem drenados; ligeiramente ácidos (pH 6,4) no horizonte superficial; não salinos e nem alcalinos, com profundidade em torno de 165 cm. Apresentam textura franco-arenosa no horizonte superficial; estrutura em blocos subangulares e angulares no horizonte B2; soma de bases trocáveis em torno de 6,0 mE/100 g de solo; capacidade de troca catiônica em torno de 7,4 mE/100 g de solo e teor de matéria orgânica superior a 1,5% no horizonte superficial (Tab. 5.XIX).

Esta unidade está subordinada a um regime climático não bem distribuído, com 6 a 7 meses secos, que de certa forma oferece limitações ao desenvolvimento de algumas culturas, sendo recomendável, para seu melhor aproveitamento, a utilização de práticas de conservação da umidade do solo e de irrigação, quando possível.

O relevo se apresenta um pouco movimentado, com declividades entre 5 e 15%, exigindo práticas de conservação simples.

Nas características físico-químicas de seus solos destacam-se a capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis, como fatores de maior restrição, embora se considere que seu grau de restrição é comparativamente menor ao apresentado pelo fator climático. Assim sendo, necessitam de práticas simples de adubação para a conservação de sua produtividade, bem como do uso de corretivos e de adubação orgânica.

Além das características acima mencionadas, deve-se ainda considerar alguns fatores físicos de importância, tais como a presença de cascalhos ao leste do sopé da Ibiapaba, a inclusão de Solos Litólicos na serra da Uruburetama e a presença de pedregosidade na região de Caxitoré e Pentecostes (vide 3 — Pedologia).

Nestes casos, apesar do relevo adequado, há restrição à utilização de máquinas e implementos agrícolas, devido à pedregosidade existente, exigindo práticas especiais, como a remoção da pedregosidade e o emprego de máquinas e implementos agrícolas mais adequados.

A vegetação atual é composta de Estepe Arbórea Aberta e Estepe Parque (Caatinga hiperxerófila) com predomínio de juazeiro, jurema, mofumbo, sabiá, catingueira, pau-branco, jucá, pereiro e marmeleiro, entre outras espécies.

#### IV. Unidade 322/pm

Está situada a oeste do açude Forquilha, constituindo uma única área contínua de forma irregular.

Está climatologicamente caracterizada pela estação meteorológica do açude Forquilha, que apresenta um índice agroclimático de 56% (Tab. 5.XIX), temperatura média anual de 25,4°C e precipitação média anual de 883 mm, com período chuvoso entre janeiro e maio.

Geomorfologicamente encontra-se sobre uma superfície pediplanada com declividades de 5 a 15%.

Seus solos são moderadamente bem drenados, com reação fortemente ácida (pH 5,1); não são salinos e nem alcalinos; têm profundidade efetiva em torno de 50 cm; a textura do horizonte superficial é franco-argilo-arenosa e a estrutura do horizonte B2 em blocos subangulares. A soma de bases trocáveis está em torno de 13,0 mE/100 g de solo, a capacidade de troca catiônica em torno de 17,0 mE/100 g de solo e o teor de matéria orgânica, no horizonte superficial, superior a 1,0%.

Embora seja o relevo o fator de interação menos limitante, há necessidade de utilização de práticas simples, porém constantes, de controle de erosão, principalmente por apresentarem estes solos declividades de até 15% e serem pouco profundos.

Dentre os fatores pedológicos analisados, a profundidade efetiva e seu teor de matéria orgânica são os que se apresentam como os menos favoráveis para um desenvolvimento agrícola intensivo.

Quanto à soma de bases trocáveis, apesar de contar com potencial médio a alto, merece restrição, tendo em vista os teores do cá-

tion magnésio que isoladamente contribui com mais de 50% do total.

No entanto, é no clima que esta unidade apresenta as condições mais desfavoráveis à sua melhor ocupação e exploração, por situar-se próxima às condições climáticas do sertão semi-árido. As baixas pluviosidades, distribuídas irregularmente no período chuvoso, aliadas às altas temperaturas e evaporação, condicionam um regime de umidade de apenas cinco meses para um regime de deficiência hídrica de oito meses.

O seu uso atual está restrito a culturas de subsistência e do algodão, complementadas pela pecuária extensiva em meio à vegetação de caatinga, sem nenhuma prática para seu aproveitamento.

#### C) Série 323

##### I. Unidade 323/cb

Encontra-se dispersa na Folha SA.24 Fortaleza, em áreas irregulares, distribuídas na região oeste do Piauí, nas proximidades norte e noroeste das serras da Meruoca e Uruburetama e ao norte dos açudes Caxitoré e Pereira de Miranda (ex-Pentecostes), no setor leste do Ceará.

Climatologicamente, esta unidade abrange áreas representadas pelas estações pluviométricas de Piracuruca, PI, Bom Princípio, CE, Araquém, Várzea da Volta, Anário Braga, açude Caxitoré e São Luís do Curu, cujos valores a seguir relacionados correspondem às médias dos balanços hídricos destas estações. A temperatura média anual situa-se em torno de 26,6°C com precipitação média anual de 1.180 mm, sendo os meses mais chuvosos de janeiro a maio/junho. A deficiência hídrica é de 747 mm, entre os meses de julho/agosto e janeiro/fevereiro, com excedente hídrico de 295 mm, entre os meses de março a maio, com um índice agroclimático de 62%.

Geomorfologicamente encontra-se fazendo parte das superfícies pediplanadas elaboradas entre a Superfície Sertaneja e o Planalto da Ibiapaba com declividades que não ultrapassam os 15% (Tab. 5.XIX).

Sob o ponto de vista pedológico os solos que compõem esta unidade são bem a moderadamente drenados; com acidez que varia de fortemente ácidos (pH 4,6) a moderadamente alcalinos (pH 7,7); não salinos e nem alcalinos; medianamente profundos (70 cm) a profundos (160 cm); textura do horizonte superficial, variando de areia a franco-argilo-arenosa; estrutura do horizonte B2 em blocos subangulares; soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica inferior a 4,0 mE/100 g de solo, com exceção da área que fica a noroeste da serra da Meruoca que tem 7,3 mE/100 g de solo e teor de matéria orgânica superior a 1% no horizonte superficial.

Esta unidade encontra-se sobre os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos, exceção feita aos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos encontrados ao norte do município de Piracuruca.

Pedologicamente são a capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis as características mais limitativas de sua capacidade agrícola. Requerem, por isto, a prática de adubação para que possam desempenhar satisfatoriamente a sua função de suporte e veículo nutritivo das plantas. A aplicação de corretivos à base de calcário dolomítico é uma necessidade para o controle do pH em níveis adequados. A prática da adubação verde, com algumas leguminosas ou mesmo a incorporação de compostos orgânicos, é também recomendável para a melhoria das condições físicas destes solos quanto a sua textura, estrutura, retenção hídrica, etc., bem como para aumento da percentagem de matéria orgânica.

Por outro lado, as baixas e irregulares precipitações pluviométricas, e o elevado índice de evaporação, aliado a um período biologicamente seco, correspondente a uma deficiência hídrica de 7 a 8 meses, aconselham também o uso de práticas especiais que visem ao aumento do acúmulo da água no solo. Entre estas podem ser

citadas a subsolagem, culturas em curva de nível, culturas em faixas alternadas e mesmo a rotação de culturas.

O uso atual está restrito a culturas de subsistência, como o milho, feijão e mandioca, culturas comerciais de algodão e pecuária extensiva em meio à vegetação nativa.

Abrange uma área de 2.892 km<sup>2</sup>, constituindo-se, assim, na unidade de maior disseminação da Classe Agriter.

## D) Série 332

### I. Unidade 332/ep

Localiza-se na região centro-sul da Folha SA.24 Fortaleza, abrangendo parte dos municípios de Cariré e Sobral, a montante do rio Acaraú, pela sua margem esquerda.

Abrange uma região caracterizada pelos dados climáticos das estações pluviométricas de Sobral e Cariré.

A temperatura média anual oscila em torno de 27,3°C, com precipitação média anual de 1.050 mm, com período chuvoso entre janeiro e maio. Apresenta déficit hídrico nos meses de julho a fevereiro, atingindo 842 mm, e excedente (175 mm), entre os meses de março a maio. O índice agroclimático é de 56% (Tab. 5.XIX).

Os solos se apresentam bem drenados, ligeiramente ácidos (pH 6,3); não salinos e nem alcalinos, com profundidade efetiva em torno de 60 cm. Superficialmente têm textura franco-arenosa e no horizonte B2 estrutura prismática composta de blocos angulares e subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica são elevadas, atingindo 16 e 18 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica no horizonte superficial é superior a 1,5%.

Geomorfologicamente esta unidade ocorre nas formas aguçadas de topos contínuos, com declives entre 15 a 25%, elaborados sobre a Superfície Sertaneja.

Nesta unidade, tanto o clima como o relevo limitam sua capacidade com a mesma intensidade. Desta maneira, sua classificação junto à subclasse por clima e não junto à subclasse por relevo é um condicionamento meramente metodológico.

As condições climáticas reinantes com elevada temperatura e evaporação, aliadas a baixas e irregulares precipitações pluviométricas, característica de um regime de semi-aridez, obrigam a seleção de culturas resistentes ao período seco em torno de 7 a 8 meses, como é o caso do algodão, palma forrageira, sisal, mamona, etc., ou o uso de culturas de ciclo curto que se adaptem ao regime de umidade existente. A prática da irrigação é uma recomendação necessária embora nem sempre possível.

Seus solos, apesar de possuírem alta fertilidade natural e reserva de minerais facilmente decomponíveis disponíveis às plantas, são carentes de adubação complementar durante o ciclo cultural, e de controle da acidez.

Maiores cuidados devem ocorrer no tocante a sua estrutura e profundidade efetiva que, pedogeneticamente, são suas características mais limitativas. A estrutura pode ser melhorada através de práticas agrícolas como a subsolagem do horizonte subjacente, a incorporação de compostos orgânicos, plantios de culturas com sistema radicular apropriado a esse tipo de estrutura e manutenção do regime de umidade do solo, para que este não se torne extremamente duro. Quanto à profundidade (60 cm), alguns cuidados devem ser considerados, com a finalidade de evitar a sua erosão e conseqüente arrastamento da camada superficial pela ação dos ventos ou das chuvas, facilitado pela declividade destes terrenos.

No entanto, destaque-se que as áreas mapeadas desta unidade possuem, em alguns locais, calhaus e matacões quartzosos que, por vezes, podem dificultar o trabalho mecânico. Encontram-se, também, como inclusões, áreas de solos rasos, litólicos, com afloramentos de rochas com pouca ou nenhuma capacidade agrícola.

A composição florística está representada pela Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila), composta de mofumbo, mar-

meleiro, relógio, mata-pasto, jurema, pau-branco, catingueira e juazeiro, entre outras menos freqüentes.

O uso atual restringe-se ao cultivo de subsistência no período chuvoso, praticado itinerantemente com milho e feijão, e cultivos de algodão arbóreo. Pratica-se a pecuária extensiva em meio à vegetação de caatinga, observando-se um baixo apascentamento por área ocupada.

## II. Unidade 332/pm

Localiza-se ao sul do açude Forquilha no município de Sobral.

Climatologicamente está representada pela estação pluviométrica situada no açude Forquilha, cujos dados já foram discutidos na Unidade 322/pm.

Geomorfologicamente esta unidade ocorre nas formas aguçadas de topos contínuos, com declividades entre 15 e 25% elaboradas sobre a Superfície Sertaneja.

Pedologicamente seus solos são moderadamente drenados; fortemente ácidos (pH 5,1); não salinos e nem alcalinos; a profundidade efetiva é de 50 cm; a textura do horizonte superficial franco-argilo-arenosa e a estrutura do horizonte B2 composta de bloco subangulares.

A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam 13,6 e 16,8 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica no horizonte superficial é superior a 1% (Tab. 5.XIX).

Dos fatores que interagem nesta unidade, o clima e o relevo concorrem com a mesma intensidade para a limitação de sua capacidade. O primeiro por suas baixas e irregulares precipitações pluviométricas aliadas a um período biologicamente seco de sete meses e o segundo por suas declividades de 15 a 25% que, embora permitam, ainda, mecanização, demandam práticas intensivas de conservação de solo e água, sobretudo quando se considera sua pouca profundidade efetiva que, por outro lado, é sua característica pedológica mais limitativa. Apesar disto é sob este último ponto de vista que esta unidade oferece as melhores condições, pois seus solos apresentam considerável fertilidade química.

A cobertura atual destas terras é a Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila), com predominância de catingueira, mofumbo, frei-jorge, mata-pasto, jurema, juazeiro, mororó etc.

O uso atual está restrito a cultura do algodão, pecuária extensiva em meio à vegetação de caatinga e a cultivos itinerantes com culturas de subsistência.

## E) Série 333

### I. Unidade 333/cb

Está localizada na circunjunção do setor oeste da serra da Meruoca.

Climatologicamente está tipificada pelos dados da estação pluviométrica de Várzea da Volta. A temperatura média anual oscila em torno de 27,7°C, com precipitação média anual de 1.230 mm, estando o período mais chuvoso compreendido entre os meses de janeiro e maio. Por outro lado, os meses de junho e fevereiro apresentam déficit hídrico que, em conjunto, representam 909 mm, acontecendo o contrário nos meses de março e abril, quando há excedente hídrico de 394 mm. O índice agroclimático situa-se na faixa de 58%.

Sob o ponto de vista geomorfológico encontra-se sobre uma superfície pediplanada, elaborada na Superfície Sertaneja, com declividade que varia de 15 a 25%.

Seus solos são bem drenados, ligeiramente ácidos (pH 6,2); não salinos e nem alcalinos, com profundidade efetiva em torno de 140 cm. A textura do horizonte superficial é franco-argilo-arenosa e a estrutura do horizonte B2 formada por blocos subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica possuem 3 e 4 mE/100 g de solo, respectivamente, e o teor de matéria orgânica, no horizonte superficial, é superior a 1,5% (Tab. 5.XIX).

Como pode ser deduzido de seus dados analíticos, a soma de bases (b) e a capacidade de troca catiônica (c) se apresentam como as características mais restritivas a seu uso. Embora com menor intensidade, podem também aqui ser mencionadas sua acidez e estrutura do horizonte B.

Como mencionado, uma das limitações que muito restringe a utilização do potencial econômico desta unidade é o relevo movimentado, apresentando declividades acentuadas que dificultam o trabalho mecânico e exigem práticas adequadas para o controle da erosão. As práticas de conservação, não de todo simples, devem-se associar às práticas culturais, para que, através do uso inten-

sivo, não venham a se transformar em áreas erodidas, inaptas para utilização agropastoril.

Cobertura morta nas áreas sob cultivo, cobertura verde nas faixas intercalares, conservação da vegetação nativa nos topos e encostas adjacentes das áreas mais íngremes, plantio em curva de nível, terraceamento e culturas de proteção são algumas das práticas que, a depender da cultura pretendida, deverão ser cogitadas.

Por outro lado, as condições climáticas, com elevadas temperaturas e baixas e irregulares precipitações pluviométricas, aliadas à elevada evapotranspiração contribuem para a ocorrência de um extenso período seco, que torna indispensável a escolha de cul-

TABELA 5.XIX  
Caracterização das unidades (Subclasse Agriter-por-clima)

UNIDADE	INDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
312/de(1)	55	<3	7,7	<4	Imperfeita	Prismática moderada	Argilo-siltosa	27,1	26,8	125	Franco-argilosa	Blocos sub-angulares	3,0	925	26,4	1.489	775
312/de(2)	64	<3	7,7	<4	Imperfeita	Prismática moderada	Argilo-siltosa	27,1	26,8	125	Franco-argilosa	Blocos sub-angulares	3,0	1.132	25,7	1.540	891
312/ep	58	<5	7,2	<4	Moderada	Prismática moderada	Franco-argilosa	24,8	23,0	59	Franco-arenosa	Maciça	1,6	1.133	27,1	1.705	875
312/cb	62	<5	7,0	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argilosa	6,9	6,0	165	Franco-arenosa	Granular	2,0	1.179	26,7	1.655	899
322/ep	58	5 a 15	7,3	<4	Bem drenado	Prismática moderada	Muito argilosa	18,8	16,4	60	Franco-arenosa	Maciça	1,6	1.059	26,6	1.664	858
322/em	51	5 a 15	7,3	<4	Moderada	Prismática forte	Argilosa-arenosa	24,5	22,4	85	Franco-argilo-arenosa	Maciça	0,6	1.029	26,6	1.641	895
322/cb(1)	64	5 a 15	7,0	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argilosa	7,4	5,5	106	Franco-arenosa	Blocos sub-angulares	1,6	1.090	25,6	1.501	855
322/cb(2)	64	5 a 15	7,0	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argilosa	6,9	6,0	165	Franco-arenosa	Granular	2,0	1.090	25,6	1.501	855
322/pm	56	5 a 15	6,0	<4	Moderada	Blocos sub-angulares	Argila pesada	16,8	13,6	50	Franco-argilo-arenosa	Granular	1,3	883	25,4	1.489	775
323/cb(1)	62	5 a 15	6,2	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Franco-argilo-arenosa	2,3	0,3	160	Franco-arenosa	Granular	0,4	1.180	26,6	1.632	885
323/cb(2)	62	5 a 15	6,6	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argila	4,0	3,0	140	Franco-argilo-arenosa	Blocos sub-angulares	1,7	1.180	26,6	1.632	885
323/cb(3)	62	5 a 15	6,3	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argilo-arenosa	4,5	2,4	70	Franco-arenosa	Blocos sub-angulares	1,0	1.180	26,6	1.632	885
323/cb(4)	62	5 a 15	6,7	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argila	7,3	7,3	80	Franco-arenosa	Granular	1,2	1.180	26,6	1.632	885
323/cb(5)	62	5 a 15	5,7	<4	Moderada	Blocos sub-angulares	Argilo-arenosa	3,0	2,2	135	Areia	Granular	2,1	1.180	26,6	1.632	885
332/ep	56	15 a 25	7,3	<4	Bem drenado	Prismática forte	Argila pesada	18,0	16,0	60	Franco-arenosa	Maciça	1,6	1.050	27,3	1.715	875
332/pm	56	15 a 25	6,0	<4	Moderada	Blocos sub-angulares	Argila pesada	16,8	13,6	50	Franco-argilo-arenosa	Granular	1,3	883	25,4	1.489	775
333/cb	58	15 a 25	6,6	<4	Bem drenado	Blocos sub-angulares	Argila	4,0	3,0	140	Franco-argilo-arenosa	Blocos sub-angulares	1,7	1.230	27,7	1.745	836

Obs.: Os números (1), (2), (3), etc., indicam que a mesma unidade está caracterizada com ligeiras variações segundo sua localização.



turas adaptáveis a tal regime ou que tenham curto ciclo vegetativo, entre os limites de disponibilidade hídrica.

A cobertura vegetal encontrada é de Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila), com predominância de marmeleiro, mofumbo, jurema, mororó, catingueira e jucá.

O uso agrícola está limitado às culturas de subsistência como milho, feijão e mandioca, além do algodão arbóreo e pecuária extensiva.

#### 5.1.2.2.2 — Subclasse Agriter-por-relevo

##### A) Série 231

##### I. Unidade 231/de

Acha-se na porção mais ocidental, no Estado do Piauí, representada por duas manchas situadas no canto sudoeste da Folha e outra ao sul do município de Buriti dos Lopes, à margem direita do rio Longá.

Climatologicamente seus elementos de interação apresentam os seguintes valores médios: temperatura anual de 25,6°C; precipitação pluviométrica anual em torno de 1.460 mm; deficiência hídrica durante os meses de agosto a dezembro (520 mm), e excesso no trimestre março/maio (480 mm); seu índice agroclimático é de 80% (Tab. 5.XX).

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas, tabulares estruturais e de formas convexas com declividade variando entre 15 e 25%. Deste modo suas terras são ainda mecanizáveis, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa perda de potência. Ressalte-se, porém, que existem relevos residuais caracterizados por *inselbergs* isolados, que não foram

considerados devido tanto à escala de trabalho como à sua pequena ocorrência.

Seus solos apresentam-se moderadamente bem drenados, ligeiramente ácidos (pH 6,5); não salinos e nem alcalinos e com profundidade efetiva em torno de 93 cm. A textura do horizonte superficial é franco-argilosa e a estrutura do horizonte B2 constitui-se de blocos subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica são bastante elevadas, alcançando valores com 24 e 31 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica é superior a 3% no horizonte superficial.

A maior limitação ao uso desta unidade diz respeito ao seu relevo, que apresenta declividade acentuada, exigindo práticas de conservação que não são de todo simples, como proteção do solo com cobertura morta nas partes cultivadas, cobertura verde nas faixas intercalares, plantio em curva de nível, etc., que serão tanto mais complexas quanto maior a declividade e a extensão das pendentes.

Climaticamente apresenta melhores condições que todas as unidades anteriores, apresentadas na Subclasse Agriter-por-clima. Esta situação é refletida por um índice agroclimático (80%) bem como pelo menor déficit hídrico que colocam esta limitação apenas um grau abaixo do considerado ideal.

É, porém, do ponto de vista pedológico que se mostra menos limitada, a ponto de suas características poderem ser consideradas ótimas.

Quimicamente apresenta elevada percentagem de bases trocáveis, onde o cálcio e o magnésio são seus maiores contribuintes com 20 a 29 mE/100 g de solo, do complexo sortivo. São, assim, de alta fertilidade natural, com regular quantidade de minerais facil-

TABELA 5.XX  
Caracterização das unidades (Subclasse Agriter-por-relevo)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO								CLIMA					
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. Troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluvial (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
231/de	80	15 a 25	8,6	<4	Moderada	Blocos subangulares	Argila	31,0	24,0	93	Franco-argilosa	Granular	3,0	1.460	25,6	1.502	985

mente decomponíveis, fontes de nutrientes para as plantas. Raramente necessitarão de correção de acidez e apenas adubações complementares serão necessárias quando em exploração intensiva.

As pequenas restrições que apresentam dizem respeito a sua drenagem e sua estrutura, porém em graus que não afetam de modo marcante sua capacidade.

A cobertura vegetal natural, ainda encontrada em algumas áreas, é de Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional, com predominância de murici, faveira, pau-terra, pereiro, aroeira, pau-branco, mororó, catingueira, mofumbo e carnaúba.

O uso atual está restrito a cultivos de subsistência como milho, feijão e mandioca na época das águas e pecuária extensiva em meio à vegetação natural aberta.

#### 5.1.2.2.3 — Subclasse Agriter-por-solo

##### A) Série 113

##### I. Unidade 113/cb

Localizada no planalto da Ibiapaba, abrangendo parte dos municípios de Ibiapaba, Ubajara, Tianguá e Viçosa do Ceará, encontra-se sob influência do regime climático observado na estação pluviométrica de Tianguá, que apresenta temperatura média anual de 21,1°C, precipitação média anual de 1.330 mm, deficiência hídrica

de 275 mm, que ocorre nos meses de agosto a dezembro e excedente hídrico de 603 mm nos meses de fevereiro a maio. Seu índice agroclimático é de 98%. Registram-se ainda dados, um pouco diferenciados dos anotados, no limite com a Unidade 223<sup>11</sup>/cb, correspondente à estação de Ubajara (Tab. 5.XXI).

Encontra-se fazendo parte da unidade geomorfológica do planalto da Ibiapaba, caracterizando-se por apresentar superfície tabular estrutural juntamente com formas tabulares de relevo aplainado, com declividade que não ultrapassa os 5%.

Suas características pedológicas podem ser assim descritas: fortemente drenados, fortemente ácidos (pH 5,3) no horizonte superficial; não salinos nem alcalinos ao longo de toda sua profundidade que é superior a 200 cm, textura do horizonte superficial franco-arenosa; estrutura do horizonte B2 granular com aspecto maciço, soma de bases trocáveis em torno de 1,0 mE/100 g de solo, capacidade de troca catiônica em torno de 5,0 mE/100 g de solo e teor de matéria orgânica no horizonte superficial superior a 2%.

A maior limitação à utilização desta unidade diz respeito ao fator de interação solo, que apresenta baixa fertilidade natural, principalmente quanto à soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica.

Vale ressaltar que a limitação nas duas características mencionadas é imputável à pouca disponibilidade de nutrientes herdados

(1) Série definida por excesso de umidade.

do seu material original, bem como as suas características físicas, principalmente a drenagem interna. Esta última concorre para que no movimento de percolação hídrica, quer seja das chuvas ou mesmo da irrigação, caso esta seja efetuada, estes solos sejam facilmente lixiviados.

Assim sendo, esta unidade, dependendo da intensidade do seu uso, demandará, periodicamente, de adubações além do uso de corretivos e da incorporação de matéria orgânica.

Atualmente encontram-se nesta unidade algumas essências da Floresta Ombrófila Aberta, e das áreas de tensão ecológica no Contato Estepe/Floresta Estacional (vide 4 — Vegetação), destacando-se entre outras o espinheiro, o babaçu, o crotal, o coça-coça, o torém, a ata-braba, a ingazeira, a unha-de-gato, o conduru, o inharé e o mororó. Algumas gramíneas espontâneas também são encontradas, como o capim-pé-de-galinha, capim-de-roça e capim-gordura.

As culturas atualmente exploradas são o milho, mandioca, feijão, cana-de-açúcar, hortaliças e fruteiras regionais, além de forrageiras para pequenos criatórios de bovinos.

#### B) Série 123

##### I. Unidade 123/cb

Acha-se localizada, ocupando áreas irregulares, no planalto da serra da Ibiapaba, abrangendo parte dos municípios de Ubajara e Tianguá.

Climaticamente está tipificada pelas estações pluviométricas de Ubajara e Tianguá. Apresentam índice agroclimático de 106%, temperatura média anual de 20,8°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.457 mm, com o período mais chuvoso entre janeiro e junho. Os cálculos do balanço hídrico revelam uma deficiência de 241 mm durante os meses compreendidos entre agosto e dezembro e um excedente hídrico de 727 mm, entre janeiro e junho.

Geomorfologicamente faz parte das superfícies tabulares que correspondem ao planalto mencionado, com declividades de aproximadamente 8%.

Os solos desta unidade são fortemente drenados, moderadamente ácidos, não salinos e nem alcalinos, profundos com mais de 200 cm, textura do horizonte superficial franco-arenosa, estrutura granular com aspecto de maciça, soma de bases trocáveis em torno de 2,2 mE/100 g de solo, capacidade de troca catiônica em torno de 5,0 mE/100 g de solo, e teor de matéria orgânica maior que 2,5% no horizonte superficial (Tab. 5.XXI).

Climatologicamente não apresenta nenhum problema que seja restritivo a ponto de influir negativamente no desenvolvimento normal da maioria das culturas. Seu índice climático mostra claramente que a demanda hídrica ideal, representada por sua evapotranspiração potencial, está plenamente satisfeita.

O relevo limita muito ligeiramente a utilização das terras desta unidade, demandando apenas cuidados simples no que se refere à orientação de aragem e traçado de sulco.

O solo representa para esta unidade o fator de máxima limitação ao seu uso, principalmente no tocante a sua fertilidade natural que é baixa e ao seu material de origem que é pobre em minerais facilmente intemperizáveis e que se constituíram em fonte de nutrientes para as plantas.

A saturação de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica refletem bem este potencial, baixo em ambos os casos.

O melhor aproveitamento desta unidade implicará sempre em aplicação de adubos químicos e até de orgânicos para melhorar as propriedades físicas da camada arável, embora seu teor de matéria orgânica seja razoável.

Práticas de correção da acidez também devem ser consideradas, tanto pela sua acidez atual, quanto pela sua capacidade de lixiviação com tendência a uma maior acidificação pela rápida percolação vertical da água.

A cobertura vegetal está representada pela Floresta Ombrófila Aberta, caracterizada pela Floresta Secundária com palmeiras, tendo como espécies dominantes: babaçu, guabiraba, conduru, espinheiro, gonçalves, frei-jorge, gorona, piquiniju, angélica, unha-de-gato, folha-dura, capim-brabo, cipó e assa-peixe.

O uso atual está representado por culturas de milho, feijão, mandioca, batatinha, café e fruticultura regional, além de alguma exploração florestal. Porém este uso ainda se elabora sob o regime itinerante, principalmente em se tratando das culturas de subsistência, onde algumas práticas de conservação já se fazem presentes, porém ainda em termos precários.

#### C) Série 213

##### I. Unidade 213/cb

Está localizada no setor leste do planalto da serra da Ibiapaba, abrangendo parte do município de Viçosa do Ceará.

Climatologicamente está representada pela estação pluviométrica do referido município, cujos dados podem ser assim resumidos: índice agroclimático 82%; temperatura média anual de 22,1°C; precipitação média anual de 1.200 mm, com meses chuvosos entre janeiro e maio; deficiência hídrica de 409 mm distribuídos nos meses de agosto e janeiro e excedente hídrico de 437 mm, entre fevereiro e maio.

Geomorfologicamente faz parte das formas tabulares aplainadas do planalto da serra da Ibiapaba com declividades não superiores a 5% (Tab. 5.XXI).

Seus solos são fortemente drenados; moderadamente ácidos (pH 5,8) no horizonte superficial; não salinos (C.E. menor de 4 mmhos/cm) nem alcalinos; com profundidade superior a 200 cm; textura do horizonte superficial franco-arenosa; estrutura do horizonte B2 granular com aspecto maciço; soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica em torno de 2,2 e de 5,0 mE/100 g de solo; teor de matéria orgânica superior a 2,5%, no horizonte superficial.

Dos fatores de interação desta unidade, o relevo é o que oferece menor limitação ao seu uso.

Climatologicamente esta unidade oferece ligeiras restrições, sendo ainda considerada, sob este aspecto, como de boa capacidade, pois sua moderada precipitação pluviométrica é atenuada, em termos agrícolas, por suas baixas temperaturas que condicionam uma menor evapotranspiração.

As maiores limitações ao uso desta unidade dizem respeito às suas características pedológicas, principalmente quanto à capacidade de troca catiônica e à soma de bases trocáveis. Neste caso para a obtenção de uma produção sustentada durante um longo período de uso faz-se necessária uma complementação com adubos e corretivos, de acordo com as necessidades das culturas.

Atualmente esta unidade está recoberta por uma vegetação de tensão ecológica com Contato Estepe/Floresta Estacional e predomínio de babaçu, guabiraba, conduru, espinheiro, frei-jorge, gorona, piquiniju, angélica, unha-de-gato, folha-dura, capim-brabo, cipó e assa-peixe.

Ocupa uma área que está continuamente desbravada para cultivos de milho, feijão, mandioca, batatinha, café e fruticultura regional, além de algumas hortaliças.

#### D) Série 223

##### I. Unidade 223/de

Está localizada na parte mais ocidental da Folha, à margem direita do rio Longá, no Estado do Piauí.

Climatologicamente está sob uma faixa climática com temperatura média mensal de 24,7°C e 26,3°C mínima e máxima, respectivamente. A precipitação pluviométrica média anual, com aproximadamente 1.460 mm, é irregularmente distribuída, apre-

sentando uma deficiência hídrica durante os meses de agosto a dezembro e um excedente de março a maio. Seu índice agroclimático está em torno de 80%.

Geomorfologicamente faz parte das superfícies pediplanadas elaboradas sobre o planalto da Ibiapaba, com declividades que não ultrapassam 15%, sendo, desta maneira, plenamente possível o uso de máquinas e implementos agrícolas.

Seus solos contêm, ao longo de todo o perfil elevado teor de argila e apresentam estrutura prismática composta de blocos angulares, com drenagem imperfeita e permeabilidade lenta. A profundidade efetiva atinge 100 cm. O horizonte superficial é ligeiramente ácido (pH 6,7) e não são salinos nem alcalinos. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica são bastante elevadas, atingindo teores de 46,7 e 55,8 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica é superior a 2% no horizonte superior (Tab. 5.XXI). Apesar de quimicamente apresentarem um elevado potencial agrícola, têm fortes limitações relacionadas com suas propriedades físicas, principalmente a estrutura e textura, que, por sua vez, condicionam uma drenagem muito lenta.

As terras desta unidade encontram-se sob regime climático com 5 meses secos, agosto a dezembro, época em que fendilham-se. O contrário verifica-se de março a maio, período de maior pluviosidade, quando sua plasticidade dificulta fortemente a ação dos implementos e máquinas agrícolas. Apesar de difíceis, práticas de subsolagem seguidas de gradagem serão sempre recomendáveis, para facilitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, bem como para manter o solo, no máximo possível com teores adequados de umidade, para evitar seu ressecamento e deslizamento dos elementos estruturais, com conseqüente endurecimento dos mesmos.

Atualmente a cobertura vegetal é de Savana Arbórea Aberta. Seu uso atual apresenta cultivos sem nenhuma aplicação de práticas de melhoramento, destacando-se o feijão, o milho e o arroz. A pecuária extensiva também é freqüente, em meio a vegetação natural.

## II. Unidade 223<sup>1)</sup>/cb

Está localizada no município de Ibiapina representando uma área irregular no planalto da Ibiapaba.

Climatologicamente está caracterizada pela estação pluviométrica de Ibiapina, apresentando temperatura média anual de 20,3°C e precipitação pluviométrica média anual com 2.177 mm, ocorrendo os meses mais chuvosos entre janeiro e junho. A deficiência hídrica atinge 142 mm, distribuída entre outubro e dezembro, ocorrendo um excedente hídrico entre janeiro e junho, totalizando 1.390 mm. O índice agroclimático é de 141% (Tab. 5.XXI).

Geomorfologicamente faz parte de formas tabulares e superfícies pediplanadas, elaboradas sobre o planalto da Ibiapaba, com declividade entre 5 e 15%.

Pedologicamente, seus solos são fortemente drenados, moderadamente ácidos (pH 5,8) no horizonte superficial, com profundidade efetiva superior a 200 cm. A textura do horizonte superficial é franco-arenosa e a estrutura do horizonte B2 é granular com aspecto maciço. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam valores da ordem de 2,2 e 5,0 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica está em torno de 3,0%, no horizonte superficial.

Esta unidade ocorre em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (vide 3 — Pedologia), oriundo de arenitos da Formação Serra Grande.

Dentre os fatores de interação desta unidade, o clima e o relevo são os menos limitantes à utilização do seu potencial natural; entretanto, deve-se ressaltar que, possuindo declividade superior a 5% e inferior a 15%, estas terras necessitam de tratamentos operacionais,

(1) Série definida por excesso de umidade.

com práticas adequadas de manejo, principalmente quando de declividade superior a 8%. Práticas como cultivos em curva de nível, culturas em faixa e mulchamento devem ser adotadas como proteção à ação das águas e dos ventos.

Quanto ao clima, dispensam maiores cuidados por tratar-se de grau de restrição 200 por excesso hídrico, portanto, em equilíbrio com as condições térmicas e a boa permeabilidade dos seus solos.

Quimicamente são solos de baixa fertilidade natural, onde seu material de origem não dispõe de reserva mineral que seja facilmente disponível às plantas. A limitação à sua capacidade de uso está ligada à capacidade de troca catiônica e à soma de bases trocáveis, as quais estão fortemente influenciadas pelos teores de alumínio e hidrogênio livres que contribuem para uma maior absorção dos outros elementos às partículas do solo.

Práticas simples de adubação serão necessárias para a manutenção do seu potencial produtivo, sendo de bom proveito a aplicação de calcário dolomítico para neutralizar a acidez existente.

A cobertura florística está representada pela Floresta Secundária com predomínio de aroeira, chapéu-de-sol, ingazeira, ba-baçu, frei-jorge, paraíba, jatobá, louro, macaúba e guabiraba.

O uso agrícola apresenta-se bastante diversificado, destacando-se a cultura do café, milho, feijão, mandioca, batatinha, olericultura e fruticultura regional, como as mais intensificadas.

## III. Unidade 223/cb

Está localizada em áreas irregulares que abrangem parte dos municípios de Buriti dos Lopes, Esperantina e Piracuruca no Piauí e de Uruburetama, e Maranguape no Ceará.

Climatologicamente pode ser caracterizada pelas estações pluviométricas de São Domingos, PI, Viçosa do Ceará, CE, Cemoaba, CE, Caucaia, CE, Buriti dos Lopes, PI e Cocal, PI.

Deste modo, está sob um regime de temperatura média anual que oscila em torno de 24,8°C e precipitação média anual de 1.318 mm, ocorrendo os períodos chuvosos entre janeiro e junho. Apresenta déficit hídrico totalizando 505 mm entre julho e janeiro e um período de excedente hídrico (339 mm) entre março e maio. O índice agroclimático situa-se em torno de 77%.

Geomorfologicamente faz parte de formas pediplanadas da Superfície Sertaneja, com declividades que não ultrapassam 15% (Tab. 5.XXI).

Pedologicamente apresenta características particulares decorrentes da variedade do seu material de origem. Tão significativa é esta influência que os seus solos podem se apresentar desde acen-tuadamente a moderadamente drenados, moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH 5,4 a 7,7) no horizonte superficial, não salinos e nem alcalinos e com profundidade efetiva entre 80 e mais de 200 cm. A textura do horizonte superficial varia desde areia a franco-argilo-arenosa; a estrutura do horizonte B2 apresenta-se em blocos subangulares. A soma de bases trocáveis varia de 1,2 a 7,3 mE/100 g de solo e a capacidade de troca catiônica de 2,5 a 7,3 mE/100 g de solo. O conteúdo de matéria orgânica varia entre 0,8 e 2,1% no horizonte superficial.

Esta unidade está representada por áreas constituídas pelos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos (vide 3 — Pedologia), originários de granitos, migmatitos, capeamentos argilo-arenosos sobre o Pré-Cambriano, arenitos e argilitos pertencentes ao Complexo Nordestino, Formação Pacujá e Formação Cabeças, ou por Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (vide 3 — Pedologia), oriundos de arenitos da Formação Serra Grande.

Dentre os fatores de interação, o clima e o relevo são os que menos limitam a utilização do potencial natural desta unidade; no entanto, deve-se ressaltar que, sendo de declividade superior a 5% e inferior a 15%, necessitam de tratamentos operacionais com algumas práticas adaptáveis a estas declividades, principalmente quando estes se situam acima de 8%, onde os cuidados com o controle da erosão já se acentuam, e mesmo o rendimento da potência mecânica já se deve fazer sentir. Práticas como cultivos em curva de ní-

vel, culturas em faixas e mulchamentos devem ser adotadas para proteção destas terras contra a ação dos ventos e das águas.

A deficiência hídrica é bastante significativa, chegando a ocorrer seis meses secos, o que acarreta uma seleção de cultivos melhorados e práticas agrícolas para maior retenção hídrica.

No tocante às características químicas, são solos de baixa fertilidade natural, quando derivados de arenitos, onde este material não dispõe de reserva mineral que seja facilmente decomponível ou de média fertilidade natural, quando formados a partir de outros materiais como gnaisses, migmatitos, granitos etc., com regular quantidade de minerais primários de fácil decomposição, os quais constituem fonte de nutrientes para as plantas.

A limitação ao uso dos solos desta unidade está mais restrita à sua capacidade de troca catiônica e à soma de bases trocáveis. Quando os solos são derivados de arenitos ou de capeamentos argilo-arenosos sobre o Pré-Cambriano, a capacidade de troca é influenciada pelos teores de alumínio e hidrogênio, os quais contribuem para maior estabilidade dos outros elementos, dificultando a sua fácil absorção pelas plantas. Já nos derivados de granitos, gnaisses ou magmatitos, embora não sejam de alta fertilidade natural, os teores de alumínio e hidrogênio livres são bem mais baixos e não chegam a influenciar a liberação dos outros elementos às plantas. Entretanto, práticas simples de adubação são necessárias para que se mantenha sustentado o seu potencial produtivo, principalmente nos solos derivados de arenito ou capeamento argilo-arenoso, sendo de bom proveito uma aplicação cor-

retiva com calcário dolomítico, para melhorar as condições de acidez em alguns solos desta unidade.

A cobertura florística atual é composta de Contato Savana Arbórea Densa/Estepe/Floresta Estacional, com predomínio de sucupira, murici, piqui, sambaíba, jatobá, faveira, pau-terra, barbatimão, pereiro, aroeira, pau-branco, mororó, catingueira, mofumbo e carnaúba, e Estepe Arbórea Aberta com predomínio de pereiro, pau-branco, catingueira, mofumbo, frei-jorge, jurema-preta etc.

O uso atual está dedicado a cultivos de mandioca, cajueiro, milho, feijão, algodão, fruteiras regionais e pecuária extensiva.

### 5.1.2.3 — Classe Mesater

Está disseminada por toda a área estudada, concentrando-se mais no norte e leste da Folha. Perfaz um total de 14.464 km<sup>2</sup> que corresponde a cerca de 34% da área estudada.

Está formada por três subclasses, a Mesater-por-clima com 2.341 km<sup>2</sup> de área, a Mesater-por-relevo que perfaz um total de 448 km<sup>2</sup> e a Mesater-por-solo com uma área de 11.675 km<sup>2</sup>.

As Séries 414, 422, 423, 424, 432, 434, 442 formam a Subclasse Mesater-por-clima. A Mesater-por-relevo é formada pelas seguintes séries: 142, 242, 243, 244, 342 e 343 e a Subclasse Mesater-por-solo é composta por oito séries: 114, 124, 214, 224, 234, 314, 324 e 334.

As 41 unidades que serão descritas a seguir foram geradas pelas 21 séries acima enumeradas (Tab. 5.XXII).

TABELA 5.XXI  
Caracterização das unidades (Subclasse Agriter-por-solo)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mEq/100g)	Soma de bases (mEq/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
113 cb(1)	114	5	6,7	4	Fortemente drenado	Granular	Franco-argilo-arenosa	5,0	1,0	200	Franco-arenosa	Granular	2,0	1.585	20,5	941	734
113 cb(2)	98	5	6,7	4	"	"	"	5,0	1,0	200	"	"	2,0	1.330	21,1	1.002	727
123 cb(1)	114	5 a 8	6,7	4	"	"	"	5,0	2,2	200	"	"	2,8	1.585	20,5	941	734
123 cb(2)	98	5 a 8	6,7	4	"	"	"	5,0	2,2	200	"	"	2,8	1.330	21,1	1.002	727
213 cb	82	5	6,7	4	"	"	"	5,0	2,2	200	"	"	2,8	1.200	22,1	1.136	727
223 de	80	5 a 15	7,0	4	Imperfeita	Prismática moderada	Argila pesada	55,8	46,7	100	Argila	Blocos angulares	2,1	1.460	25,5	1.502	985
223 cb(1)	77	5 a 15	6,6	4	Bem drenado	Blocos subangulares	Argila	4,0	3,0	140	Franco-argilo-arenosa	Blocos subangulares	1,7	1.318	24,8	1.432	870
223 cb(2)	77	5 a 15	5,7	4	Moderada	"	Argilo-arenosa	3,0	2,2	135	Areia	Granular	2,1	1.318	24,8	1.432	870
223 cb(3)	77	5 a 15	6,7	4	Bem drenado	"	Argila	7,3	7,3	80	Franco-arenosa	"	1,2	1.318	24,8	1.432	870
223 cb(4)	77	5 a 15	5,9	4	Acentuada	"	Argilo-arenosa	5,9	3,0	200	Areia-franca	"	0,8	1.318	24,8	1.432	870
223 cb(5)	77	5 a 15	5,6	4	"	"	Franco-arenosa	2,5	1,2	200	"	Pequenos blocos subangulares	1,4	1.318	24,8	1.432	870
223* cb	141	5 a 15	6,7	4	Fortemente drenado	Granular	Franco-argilo-arenosa	5,0	2,2	200	Franco-arenosa	Granular	3,0	2.177	20,3	929	787

Obs. Os números (1), (2), (3) etc. indicam que a mesma unidade está caracterizada com ligeiras variações segundo sua localização.  
\*Série definida por excesso de umidade.



5.1.2.3.1 — Subclasse Mesater-por-clima

A) Série 414

I. Unidade 414/cb

Acha-se representada por uma única mancha localizada no município de Camocim, mais ou menos limítrofe com o de Granja, equidistante dos núcleos urbanos dos referidos municípios.

Climatologicamente seus fatores de interação estão sob influência de um clima com grau de restrição 400, caracterizado pelos dados da estação pluviométrica de Granja, que podem ser sintetizados através dos seguintes parâmetros: temperatura média anual de 28,5°C, com máxima de 29,6°C ocorrendo nos meses de novembro/dezembro e mínima no mês de maio com 27,4°C; precipitação pluviométrica média anual de 960 mm, onde cerca de 85% desse total chega ao solo durante apenas 5 meses (fevereiro a junho); deficiência hídrica abrangendo 7 meses (julho a janeiro); evapotranspiração potencial anual em torno dos 1.800 mm, e real com cerca de 900 mm. Seu índice agroclimático atinge o valor de 51% (Tab. 5.XXIII).

Geomorfologicamente se encontra fazendo parte integralmente das mesmas formas e superfícies encontradas na Unidade 214/cb. Todavia, ressalta-se que, enquanto naquela unidade as formas e superfícies geomorfológicas distribuem-se em proporções mais ou menos equitativas, aqui o mesmo não ocorre, pois constata-se que há um grande predomínio das formas tabulares em detrimento das superfícies pediplanadas erosivas. Contudo, isto não implica em maiores diferenças, uma vez que todas estão dentro de um mesmo diapasão de declividade, inferior a 5% e, conseqüentemente, propícias ao uso de máquinas agrícolas.

Desta forma verifica-se que as terras desta unidade possuem as mesmas características geomorfológicas e pedológicas da Unidade 214/cb diferindo apenas quanto às características climáticas. Entretanto, se faz mister enfatizar que tal diferença, apesar de única, deve ser significativamente considerada, uma vez que reflete um clima bastante severo e, conseqüentemente, vem somar suas restrições com as inerentes ao solo, concorrendo para que haja duplicidade de preocupação concernente ao seu aproveitamento racional.

Sob o ponto de vista florístico, a unidade em apreço acha-se na região do Estepe (Caatinga), caracterizada pela presença da cobertura vegetal da Estepe Arbórea Aberta com palmeiras (vide 4 — Vegetação).

Atualmente a ocupação dessas terras está determinada preponderantemente pela pecuária extensiva. Em menor escala também é praticada uma agricultura de subsistência, tendo no milho e na mandioca seus principais produtos, além de caprinocultura e ovinocultura.

B) Série 422

I. Unidade 422/ep

Acha-se representada por várias manchas de dimensões e localizações variadas. Todavia, a maioria delas está limitada inferiormente pela coordenada de 4° latitude S, fazendo parte dos municípios de Sobral, Irauçuba e Apuiarés, com destaque para a mancha maior, que corta inteiramente o setor leste do primeiro município, em direção sul-norte. As demais manchas são encontradas, uma nas proximidades, setor leste do núcleo urbano de Sobral, e as outras duas à direita da mancha maior.

Geomorfologicamente seus fatores de interação fazem parte das superfícies pediplanadas, com declividade nunca superior a 15% nem inferior a 5% sendo, conseqüentemente, mecanizáveis. Porém, juntamente com estas superfícies, encontram-se áreas com formas aguçadas, além de relevos residuais caracterizados pelos *inselbergs* isolados e em grupamento. Tais formas de relevo, impróprias para a agricultura, não foram consideradas devido à

TABELA 5.XXII  
Distribuição das unidades na classe Mesater

CLASSE	SUBCLASSE	SERIE	UNIDADE	AREA (km <sup>2</sup> )	
Mesater	Mesater-por-clima	414	414/cb	17	
		422	422/ep	907	
			422/em	300	
			422/cb	181	
			422/pm	126	
		423	423/cb	97	
		424	424/cb	132	
		432	432/ep	301	
			432/cb	55	
			432/pm	27	
		434	434/cb	86	
		442	442/cb	112	
		Mesater-por-relevo	142	142/cb	78
			242	242/cb	84
	243		243/cb	107	
	244		244/cb	25	
	342		342/em	27	
			342/cb	57	
	343		343/cb	70	
	Mesater-por-solo	114	114/de	15	
			114/dc	27	
		124	124/de	14	
			124/cb	597	
		214	214/dc	209	
			214/ec	20	
			214/cb	1.243	
			214/bp	49	
224		224/de	34		
		224/ec	313		
		224/eb	56		
		224/cb	631		
		224/bp	802		
234		234/eb	397		
		234/cb	106		
314		314/ec	67		
	314/eb	141			
	314/cb	4.776			
324	324/ec	150			
	324/eb	344			
	324/cb	1.310			
334	334/cb	374			

escala de trabalho e, sobretudo, porque encontram-se muito rarefeitas na área considerada (vide 2 — Geomorfologia).

Climatologicamente esta unidade se encontra abrangida pela mesma faixa de clima — restrição 400 que caracteriza a unidade seguinte, o que desta forma torna desnecessários maiores comentários (vide Unidade 422/em).

Todavia, deve-se ressaltar que a mancha situada nas proximidades do núcleo urbano de Sobral difere das demais representantes desta unidade, pois acha-se compreendida entre o açude Forquilha e a calha do rio Acaraú, onde a menor deficiência hídrica concorre de certa forma para que as severidades do clima sejam menos sentidas. Em contrapartida, situação antagônica ocorre com a mancha localizada no município de Irauçuba, onde se constata uma agressividade climática ainda maior que a verificada nas demais manchas.

Pedologicamente seus fatores de interação são os mesmos dos solos que caracterizam a unidade seguinte (Tab. 5.XXIII), onde serão descritos com maior detalhe.

Porém, embora representados pelo mesmo tipo de solo daquela unidade apresentam algumas características distintas que, apesar de não muito significantes, devem ser destacadas. Assim sendo, verifica-se que a estrutura do tipo prismática, juntamente com uma profundidade efetiva em torno de 60 cm, constitui-se nas características mais limitantes aqui encontradas; apresentam conteúdo de matéria orgânica no solo superficial em torno de 2%; e, apesar de representar pequena área em relação ao total abrangido por esta unidade, constata-se a ocorrência de solos não vérticos, como é o caso da mancha situada no município de Irauçuba.

Esta unidade, sob o ponto de vista florístico, acha-se coberta por uma vegetação caracterizada pela Estepe Arbórea Densa e, em maior proporção, pela Estepe Arbórea Aberta. Dentre as espécies encontradas destacam-se as vulgarmente conhecidas como pau-d'arco-amarelo, angico, frei-jorge e pereiro, além de mofumbo e juremas (vide 4 — Vegetação).

Atualmente as terras desta unidade estão sendo utilizadas preponderantemente com pecuária extensiva e com cultura de algodão. Secundariamente aparecem a caprinocultura e as lavouras de subsistência. Merece destaque, todavia, a mancha encontrada nas proximidades do núcleo urbano de Sobral, pois constata-se que ali existe uma agricultura irrigada, onde o arroz, milho, feijão e algumas hortaliças são os principais produtos. Além disso existem ainda capineiras formadas com os capins elefante (*Pennisetum purpureum*) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), que são realmente de boa capacidade de apascentamento.

## II. Unidade 422/em

Está representada por duas manchas, que são de dimensões e posicionamento bastante diferenciados. Desta feita, a maior delas encontra-se na parte leste da Folha, mais precisamente no município de Petencostes a sudeste do açude com igual nome, tendo como limite inferior a coordenada 4° de latitude S. A outra mancha é encontrada, aproximadamente, no centro-sul da Folha, a sudoeste da serra da Meruoca.

Geomorfologicamente seus elementos de interação se encontram fazendo parte de superfícies pediplanadas e de formas convexas da Superfície Sertaneja. Apresentam declividades com não menos de 5% nem mais de 15%, sendo, por conseguinte, mecanizáveis.

Climatologicamente estão regidos por um clima de grau de restrição 400, idêntico ao que rege a unidade precedente, distingue-se apenas por sua localização mais para o interior do sertão semi-árido.

Os fatores de interação desta unidade acham-se abrangidos por uma faixa climática, que apresenta as características seguintes: temperatura média anual de 27,1°C, com máxima e mínima, respectivamente, de 28,2°C e 26,0°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 860 mm, onde cerca de 80% desse

total chega ao solo durante apenas 4 meses (fevereiro a maio); deficiência hídrica normalmente durante 8 meses (julho a fevereiro); evapotranspiração potencial anual de 1.730 mm, e a real com cerca de 800 mm; e índice agroclimático com valor de 49% (Tab. 5.XXIII).

As duas manchas classificadas nesta unidade estão, geograficamente, distantes uma da outra, participando inclusive de duas zonas climáticas, porém de iguais características.

Os solos apresentam perfis com seqüência de horizontes A, B<sub>1</sub> e C, com transição gradual do A para o B<sub>1</sub> e relação textural de 1,5.

Dentre suas características físico-químicas analisadas, evidenciam-se a estrutura do tipo prismática moderada e o conteúdo de matéria orgânica, com menos de 1%, no solo superficial como as características de maior limitação.

Por outro lado, as características menos limitantes podem ser assim focalizadas: profundidade efetiva com 85 cm, considerando-se os horizontes A e B; moderadamente drenados; textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); ausência de horizontes salinos e/ou alcalinos ao longo de todo o perfil; elevada soma de bases trocáveis disponíveis e capacidade de troca catiônica, com valores que atingem a 22,4 e 24,5 mE/100 g de solo respectivamente; e reação ligeiramente ácida no solo superficial, com pH 6,7. São solos que apresentam erosão laminar moderada e em sulcos repetidos ocasionalmente, além de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e por vezes matacões, de quartzo, caracterizando, em muitas partes, um verdadeiro pavimento desértico, quando sua capacidade agrícola fica fortemente prejudicada. Desta forma, apesar da topografia favorável ao uso de máquinas agrícolas, a referida prática pode tornar-se trabalhosa e, sobretudo, onerosa.

Dadas as condições climáticas, verifica-se que o aproveitamento dessas terras para a lavoura é bastante restrito, onde apenas culturas muito resistentes a um longo período seco, como a do algodão-mocó, ou outras de ciclo estritamente curto, devem ser realizadas.

Em decorrência disto acredita-se que a sua utilização com pecuária seja mais aconselhável. Todavia, as práticas de reservas de alimentos para o período seco, melhoramento e introdução de forrageiras que melhor se adaptem ao meio, implantação de sistemas de capineiras irrigadas, além de suscitar o cultivo da palma forrageira, serão sempre recomendáveis.

Esta unidade acha-se com uma cobertura vegetal caracterizada pelas Formações da Estepe Arbórea Densa e, em maior proporção, Estepe Arbórea Aberta, que em ambos os casos são encontradas também com presença de palmeiras (vide 4 — Vegetação).

Quanto à ocupação atual constata-se que a pecuária desenvolvida extensivamente, onde os bovinos não recebem os necessários cuidados por parte dos criadores, além de cultivo do algodão-mocó são as principais atividades. A caprinocultura, embora desenvolvida em pequena escala, também se faz presente.

## III. Unidade 422/cb

Acha-se representada por uma mancha localizada ao sul do núcleo urbano do município de Apuiarés, tendo como limite inferior a coordenada 4° de latitude S, e por uma outra menor que se situa na porção mais meridional do município de Itapajé, nas proximidades da coordenada acima referida.

Do ponto de vista geomorfológico, igualmente como na unidade anterior, seus elementos de interação se encontram fazendo parte das superfícies pediplanadas elaboradas sobre a Superfície Sertaneja, cuja declividade é não superior a 15% nem inferior a 5%, sendo, portanto, mecanizáveis. Constata-se aqui também a presença de formas aguçadas, mas que no entanto não foram consideradas, sobretudo devido a sua pequena ocorrência.

Climatologicamente acham-se fazendo parte da mesma faixa climática que caracterizou as duas unidades precedentes, o que



torna desnecessário qualquer comentário pertinente a tais características (vide Unidades 422/ep e 422/em).

Dentre as características físico-químicas analisadas do solo, constata-se que a soma de bases trocáveis disponíveis e a capacidade de troca catiônica, atingindo valores de 5,5 e 7,5 mE/100 g de solo, respectivamente, se apresentam como as mais limitantes (Tab. 5.XXIII).

Por outro lado, como características menos limitantes, surgem: a profundidade efetiva com 106 cm; textura moderadamente leve (franco-arenosa); estrutura em blocos subangulares no horizonte iluvial; bem drenados; conteúdo de matéria orgânica no solo superficial com 1,6%, após conversão do carbono. Não apresentam horizontes salinos e/ou alcalinos ao longo de todo o perfil e têm ainda reação ligeiramente ácida, com pH 6,6, no solo superficial.

Morfologicamente os solos apresentam erosão laminar ligeira e, em alguns trechos, presença de pedregosidade superficial.

Para o aproveitamento racional dessas terras são necessárias práticas de conservação simples, bem como de calagens e adubações, pois, apesar do caráter eutrófico de seus solos, constata-se que os teores de nutrientes essenciais às plantas, excetuando o cálcio, são muito baixos.

Verifica-se, portanto, que as condições topográficas e pedológicas, se não excelentes, podem ser consideradas como boas, haja vista que não suscitam práticas intensivas de manejo e conservação. Todavia, as condições climáticas, caracterizadas principalmente por um período de seca muito prolongado, constituem-se no principal problema ao aproveitamento dos seus recursos naturais.

Desta forma, esta unidade difere das duas outras anteriores basicamente quanto à fertilidade natural. Entretanto, devido a tal diferença, não incorre em maiores problemas quanto à sua utilização, pois poderão ser contornados com práticas simples de adubação. Sua aptidão, limitação para a lavoura, práticas e recomendações são comparáveis com as das referidas unidades.

Sob o ponto de vista florístico acha-se coberta pelas mesmas unidades fisionômicas encontradas na Unidade 422/em.

Atualmente a ocupação de suas terras está caracterizada por uma pecuária desenvolvida em moldes eminentemente extensivos; uma agricultura representada pela cultura do algodão-mocó, além de algumas culturas de subsistência; e pela caprinocultura.

#### IV. Unidade 422/pm

Está representada por uma mancha localizada no município de Pentecostes, a sudoeste do açude Pereira de Miranda (ex-Pentecostes).

Geomorfologicamente encontra-se fazendo parte da mesma Superfície Pediplanada Sertaneja correspondente à Unidade 422/cb. Todavia, sem apresentar como inclusão, aqui, outra forma de relevo como acontece no caso daquela unidade.

Climatologicamente também tem influência da mesma faixa que caracteriza as Unidades 422/ep, 422/em e 422/cb (Tab. 5.XXIII).

Sob o ponto de vista pedológico, porém, seus resultados de interação, embora mantendo o mesmo grau de restrição, diferenciam-se acentuadamente. Assim, na análise das características físico-químicas a profundidade efetiva (50 cm), juntamente com o conteúdo de matéria orgânica em torno de 1%, se apresentam como os fatores mais restritivos.

Por outro lado, como características praticamente não limitativas aparecem a textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); a estrutura em bloco subangular; drenagem moderada; capacidade de troca catiônica e soma de bases trocáveis, respectivamente, de 16,8 e 13,6 mE/100 g de solo; e reação fortemente ácida no solo superficial (pH 5,1).

Assim, são as condições climáticas que limitam sobremaneira sua capacidade de uso, pois, em condições naturais, apenas culturas resistentes a longos períodos de seca, além das de ciclo mui-

to curto, poderão corresponder satisfatoriamente para o estabelecimento de uma agricultura estável.

Seus solos, apesar de poderem ser considerados de boa qualidade, exigem práticas de manejo de retenção de umidade devido, principalmente, a sua pouca profundidade.

A sua cobertura florística acha-se caracterizada pela Estepe Arbórea Aberta com palmeiras e, predominantemente, pela Estepe Arbórea Densa.

A ocupação atual está determinada pela pecuária extensiva, desenvolvida em meio à vegetação de caatinga; caprinocultura; cultivos do algodão-mocó; além de pequenos plantios com culturas de subsistência, como milho e feijão, entre outros menos frequentes.

#### C) Série 423

##### I. Unidade 423/cb

Encontra-se no extremo sudoeste do município de Pentecostes, tendo como limite inferior a coordenada 4° de latitude S.

Tanto climatologicamente como geomorfologicamente, seus elementos de interação estão caracterizados pelos mesmos parâmetros da Unidade 422/pm comentada anteriormente.

Pedologicamente, porém, de acordo com a avaliação de suas características físico-químicas, apresentam grau de restrição 003. Seus solos estão assim caracterizados: no horizonte superficial reação ligeiramente ácida (pH 6,2); profundidade efetiva com 140 cm, considerando-se os horizontes A e B; ausência de horizontes salinos e/ou alcalinos ao longo do perfil; textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); estrutura composta por blocos subangulares; drenagem moderada; conteúdo de matéria orgânica em torno de 2%; soma de bases trocáveis disponíveis e capacidade total de troca catiônica com valores de 3,2 e 4,5 mE/100 g de solo, respectivamente (Tab. 5.XXIII).

Para o aproveitamento racional na agricultura, estes solos exigem práticas de adubações com a correção prévia da acidez, pois dentre suas características físico-químicas analisadas verifica-se que a soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica se apresentam como as menos favoráveis à sua utilização. Além do mais, práticas intensivas de irrigação, rotação, inclusive com gramíneas e leguminosas e escolha de culturas específicas a serem desenvolvidas, também tornam-se muito indicadas.

Quanto à cobertura vegetal, acham-se cobertos pela Formação Estepe Arbórea Aberta com predominância das espécies conhecidas vulgarmente como mofumbo, marmeleiro e jurema (vide 4 — Vegetação).

O uso atual tem na pecuária extensiva e na cotonicultura suas principais atividades. Algumas culturas de subsistência, bem como a criação de caprinos, também são encontradas.

#### D) Série 424

##### I. Unidade 424/cb

Está representada por duas manchas alocadas espaçadamente, sendo uma encontrada a sudoeste do município de Caucaia e a outra contígua à calha do rio Acaraú, pela margem esquerda, a oeste da sede do município de Morrinhos.

Seus elementos de interação pertencem a duas faixas climáticas que, no entanto, não apresentam diferenças significativas. Portanto, considerar-se-ão como caracterizados pela faixa climática que abrange maior número de estações pluviométricas, assim definidas: temperatura média anual de 27,1°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 860 mm; período chuvoso de fevereiro a maio, com chuvas mais intensas no mês de abril; déficit hídrico no solo de junho a fevereiro; e índice agroclimático de 49% (Tab. 5.XXIII).

Geomorfologicamente suas terras fazem parte de superfícies pediplanadas e de formas de topo convexo, com declividades variando entre 5 e 15%, sendo portanto passíveis ao uso de mecanização agrícola.

Entre as características físico-químicas de seus solos, sobressaem, como as que mais limitam sua capacidade, a baixa capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis disponíveis, pois atingem valores apenas de 2,7 e de 1,0 mE/100g de solo, respectivamente.

As demais características podem ser assim relacionadas: profundidade efetiva superior a 190 mm, considerando-se os horizontes A e B; textura leve (areia franca); estrutura do horizonte B formada por blocos subangulares; baixo conteúdo de matéria orgânica no solo superficial, inferior a 1%; drenagem imperfeita; ausência de horizontes salinos e alcalinos ao longo do perfil; e reação moderadamente ácida no solo superficial (pH 6,0).

Portanto, dos fatores que interagem nesta unidade, o relevo é o que se apresenta mais favorável ao aproveitamento. Mesmo assim, é conveniente lembrar que práticas de conservação devem ser efetivadas, sobretudo nas áreas de maiores taludes, a fim de que possa ser explorada econômica e racionalmente.

As condições climáticas com suas irregulares e baixas pluviometrias, aliadas ao longo período de estiagem, restringem sobremaneira o uso dessas terras com atividades agrícolas. Deste modo, em condições naturais, apenas culturas muito resistentes a estas condições, como o algodão-mocó, abacaxi, sisal, palma forrageira etc., além das de ciclo muito curto, poderão tornar economicamente viável o seu desenvolvimento.

Paralelamente ao clima aparecem as condições pedológicas no mesmo grau de limitação; entretanto, tais restrições são contornáveis por práticas que visem ao aumento de sua fertilidade, como as de uso de fertilizantes e correção de acidez.

Sob o ponto de vista florístico acham-se cobertos por uma vegetação caracterizada pela Estepe Arbórea Densa e Estepe Arbórea Aberta com palmeiras (vide 4 — Vegetação).

A ocupação atual, em ordem de importância, acha-se representada pela pecuária extensiva, culturas de subsistência, extrativismo vegetal e cotonicultura.

#### E) Série 432

##### I. Unidade 432/ep

Representada por apenas uma mancha, esta unidade acha-se localizada nas proximidades do rio Acaraú, abrangendo áreas setentrional e meridional, respectivamente, dos municípios de Sobral e Santana do Acaraú.

Climatologicamente pertencem ao mesmo grau de restrição da Unidade 432/cb, porém situa-se em zona diferente, mais para o interior do sertão semi-árido que os daquela unidade.

Está sob influência das seguintes características climáticas: temperatura média anual de 27,1°C; precipitação pluviométrica média anual ao redor de 860 mm, com 80% deste total precipitando-se em apenas 4 meses (fevereiro a maio). Apresentam déficit hídrico no período compreendido entre julho e janeiro. Seu índice agroclimático é de 49% (Tab. 5.XXIII).

Geomorfologicamente faz parte, predominantemente, de formas aguçadas com declividades variando entre 15 e 25%. Desta forma são ainda mecanizáveis, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa dificuldade. Ressalta-se, também que frequentemente aparecem superfícies pediplanadas, de extensões consideráveis, intercalando as referidas formas agudas.

Do ponto de vista pedológico, a estrutura do tipo prismática moderada do horizonte B2 e a profundidade efetiva com 60 cm constituem-se nos fatores mais limitantes à sua utilização. As demais características inerentes a este solo podem ser assim resumidas: textura moderadamente leve (franco-arenosa); drenagem moderada; conteúdo de matéria orgânica no solo superficial superior a 1,5%; ausência de horizonte salino e alcalino ao longo do perfil; soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica com valores na ordem de 16 e 19 mE/100 g de solo, respectivamente; e reação ligeiramente ácida no solo superficial, com pH 6,3.

São solos de elevado potencial natural, no entanto, fortemente limitados pelas condições climáticas reinantes na área e, em menor grau, por sua declividade que aliada à sua susceptibilidade a erosão ameaça sua relativa pequena profundidade efetiva.

Portanto, exigem práticas de conservação simples nas áreas de relevo suave ondulado e de maior complexidade, à medida que o relevo vai se tornando mais movimentado. Apesar da relativa boa qualidade de seus solos, práticas simples de adubação são necessárias, a fim de manter o equilíbrio da fertilidade natural e, conseqüentemente, proporcionar bons rendimentos.

Suas terras estão cobertas por uma vegetação caracterizada pela Estepe Arbórea Aberta (Caatinga), onde as espécies conhecidas vulgarmente como mofumbo, juremas e sabiá são as de maior ocorrência (vide 4 — Vegetação).

São atualmente aproveitadas com pecuária, que é realizada de modo extensivo em meio à vegetação natural da caatinga. As culturas mais comuns encontradas em suas áreas são as do algodão, principalmente o arbóreo, ocorrendo também pequenos cultivos de subsistência, onde o milho, a mandioca e o feijão são os principais produtos. A caprinocultura, embora sem muita significância, também se faz presente.

##### II. Unidade 432/cb

Está representada por apenas uma mancha, que se encontra abrangendo áreas dos municípios de Granja e Camocim, a noroeste da sede do primeiro município.

Climatologicamente se apresenta sob as seguintes características: temperatura média anual de 28,5°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 960 mm; déficit hídrico no solo durante 7 meses (julho a janeiro); pluviometria satisfatória durante os meses de fevereiro a junho, com valor máximo em abril e maio; evapotranspiração potencial anual em torno de 1.800 mm, e real com cerca de 900 mm e índice agroclimático de 51% (Tab. 5.XXIII).

Geomorfologicamente faz parte de superfícies tabulares erosivas com declividades variando entre 15 e 25%. Portanto, ainda mecanizáveis, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com perda de potência. Na superfície desta unidade, porém, existem formas de relevo residual caracterizadas por *inselbergs*, quase sempre isolados, que não foram considerados devido à sua extensão não representável cartograficamente à escala desse trabalho.

Seus solos com B textural, não hidromórfico e com argila de atividade baixa, apresentam a capacidade de troca catiônica e soma de bases trocáveis com valores de 7,5 e 5,5 mE/100 g de solo, respectivamente, como as duas características mais limitantes entre as analisadas.

As demais características, mais favoráveis ao seu amanho, podem ser assim resumidas: profundidade efetiva com 106 cm, considerando-se os horizontes A e B; bem drenados; textura moderadamente leve (franco-arenosa); estrutura em blocos subangulares no horizonte iluvial; conteúdo de matéria orgânica em torno de 1,5%; ausência de horizontes salinos e alcalinos ao longo do perfil; e ligeiramente ácido no solo superficial (pH 6,6).

Dessa maneira, a maior limitação dessas terras decorre de deficiências hídricas; portanto, apenas culturas muito resistentes a um longo período de estiagem, como o algodão arbóreo, gergelim, mamona, palma forrageira, girassol, sisal, entre outras, além de culturas de ciclo curto, poderão tornar economicamente viável o seu desenvolvimento sobre estas áreas.

Floristicamente acha-se caracterizada por vegetação de Estepe Arbórea Aberta (Caatinga) com palmeiras (vide 4 — Vegetação).

O seu uso atual está representado basicamente pela pecuária extensiva desenvolvida em meio a vegetação primitiva, além de pequenos cultivos com culturas de subsistência, onde a mandioca e o milho são os principais produtos.



### III. Unidade 432/pm

Está representada por apenas uma pequena mancha localizada no trato centro-norte do município de Sobral, a leste do núcleo urbano deste município.

Tanto climatológica como geomorfológicamente apresenta condições similares às correspondentes à Unidade 432/ep, anteriormente descrita.

Pedologicamente, porém, abrange solos Bruno Não Cálculo Vértico, que, de acordo com a análise de suas características físico-químicas, têm na profundidade efetiva (50 cm) e no conteúdo de matéria orgânica, com 1,3 %, seus fatores mais limitantes (Tab. 5.XXIII).

As demais características pedológicas podem ser assim resumidas: textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); estrutura em blocos subangulares, drenagem moderada; capacidade de troca catiônica e soma de bases trocáveis com valores de 16,8 e 13,6 mE/100 g de solo, respectivamente; e reação fortemente ácida no solo superficial (pH 5,1).

Face às limitações climáticas que apresenta, comparativamente maiores que as correspondentes aos fatores de interação relevo e solo, sua utilização com a atividade pecuária parece a mais indicada, porém, mesmo neste caso, seu uso demanda práticas intensivas tendentes a melhorar a capacidade de retenção de umidade, para não mencionar as outras que podem ser consideradas normais, tais como o uso de forrageiras adaptadas a longos períodos secos e a divisão e rotação de pastagem.

Quanto ao recobrimento florístico, caracteriza-se por sua vegetação de Estepe Arbórea Aberta onde as espécies conhecidas vulgarmente como mofumbo e jurema são as de maior ocorrência.

Atualmente essas terras estão sendo aproveitadas com a pecuária extensiva e, em segundo plano, com o cultivo do algodão arbóreo.

### F) Série 434

#### I. Unidade 434/cb

Está representada por duas manchas, uma ao sul do núcleo urbano do município de Granja e outra ao norte do município de Santana do Acaraú, mais ou menos paralela à calha do rio Acaraú.

Climatologicamente acha-se caracterizada pelas estações pluviométricas de Granja e Mutambeiras, que se apresentam com os seguintes valores médios: temperatura anual de 28,3°C; precipitação pluviométrica anual em torno de 1.000 mm; deficiência hídrica de junho a janeiro e excesso no bimestre março/abril; e índice agroclimático de 49% (Tab. 5.XXIII).

Geomorfológicamente faz parte de formas convexas e aguçadas com declividade com não mais de 25% nem menos de 15%. Mesmo assim, são ainda mecanizáveis embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa perda de eficiência. Destaque-se a existência de relevos residuais caracterizados por *inselbergs* isolados, porém não considerados por seu tamanho, a escala de trabalho e sua pequena ocorrência.

Pedologicamente está representada por solos semelhantes aos da Unidade 334/cb, o que torna desnecessários comentários pertinentes a tais características.

Desta forma, os elementos de interação da unidade em apreço, quando cotejados com os da Unidade 334/cb, diferenciam-se, basicamente, apenas quanto ao fator clima. Entretanto, urge enfatizar que tal diferença, apesar de única, deve ser significativamente considerada, de vez que as condições climáticas da unidade aqui descrita são mais restritivas e, conseqüentemente, apresentam capacidade agrícola mais limitada.

Assim, os cuidados, práticas e manejos poderão ser idênticos aos referidos para a Unidade 334/cb, desde que sejam consideradas suas condições climáticas (vide Unidade 334/cb).

O seu recobrimento florístico está caracterizado pela Savana Arbórea Aberta, que se apresenta com palmeiras na mancha lo-

calizada no município de Granja, e sem estas na situada no município de Santana do Acaraú.

A ocupação atual está determinada pela pecuária extensiva e, na época chuvosa, culturas de subsistência como a mandioca, feijão e milho em pequenos cultivos.

### G) Série 442

#### I. Unidade 442/cb

Está representada por apenas uma mancha que se encontra abrangendo áreas dos municípios de Apuiarés e Pentecostes, inclusive o núcleo urbano do primeiro município, possuindo a coordenada 4° de latitude S como limite inferior.

Climatologicamente se encontra na parte mais inferior do sertão semi-árido, abrangido pela Folha, sob temperatura média anual de 27,1°C, com máxima e mínima, respectivamente, de 28,2°C e 26,0°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 860 mm, com cerca de 80% desse total precipitado durante apenas 4 meses (fevereiro a maio); deficiência hídrica ocorrendo durante 8 meses (julho a fevereiro); evapotranspiração potencial anual de 1.730 mm, e real com cerca de 800 mm. Seu índice agroclimático é de 49%.

Geomorfológicamente faz parte de superfícies pediplanadas, além de formas aguçadas e convexas, com declividades entre 25 e 40% (Tab. 5.XXIII).

Na análise de suas características físico-químicas constata-se que a capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis disponíveis com valores de 7,5 e 5,5 mE/100 g de solo constituem-se nos fatores pedológicos menos favoráveis à utilização dessas terras.

Por outro lado, como os mais favoráveis aparecem: a profundidade efetiva com 106 mm; solos bem drenados; textura superficial moderadamente leve (franco-arenosa); conteúdo de matéria orgânica no solo superficial com 1,5%; estrutura do horizonte iluvial formada por blocos subangulares; não apresentam problemas de salinidade (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) nem de alcalinidade ao longo do perfil; e são ligeiramente ácidos no solo superficial (pH 6,6).

No que concerne às suas condições geomorfológicas, a forte declividade de suas pendentes impossibilita adoção de tecnologia moderna, pelo menos no que diz respeito à mecanização e, conseqüentemente, restringe sobremaneira uma maior utilização e/ou intensificação das atividades agropastoris. Do mesmo modo acontece com as condições climáticas, pois, caracterizada por baixas e irregulares precipitações e um longo período de estiagem, induz ao uso de apenas culturas muito resistentes a estas circunstâncias.

As terras desta unidade se prestam para uma lavoura esporádica ou limitada; são muito susceptíveis à erosão, conseqüentemente, requerem práticas intensivas de conservação; são menos apropriadas para culturas; e, finalmente, são melhor aproveitadas quando sustentam uma vegetação permanente.

Seu recobrimento florístico está representado pela vegetação da Estepe Arbórea Densa e, em maior proporção, pela Estepe Arbórea Aberta (vide 4 — Vegetação).

A ocupação atual está determinada pela pecuária bovina, enfrentando sérios problemas sobretudo na época de estiagem, além da caprina e pequenos cultivos de algodão arbóreo.

#### 5.1.2.3.2 — Subclasse Mesater-por-relevo

### A) Série 142

#### I. Unidade 142/cb

Está representada por apenas uma mancha situada na parte central da Folha, abrangendo as áreas mais elevadas do maciço da Meruoca.

Climatologicamente acha-se caracterizada pelos dados da estação pluviométrica de Meruoca, que apresenta os seguintes valores

TABELA 5, XXIII  
Caracterização das unidades (Subclasse Masater-por-clima)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mEq/100g)	Soma de bases (mEq/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
414/cb	51	<5	5,4	<4	Imperfeita	Blocos subangulares	Argilosa	2,7	0,7	>190	Areia franca	Fraca, pequena, granular	0,9	960	28,5	1.800	900
422/ep	49	5 a 15	7,3	<4	Moderada	Prismática moderada	Muito argilosa	24,8	23,0	60	Francoarenosa	Maciça	1,6	860	27,1	1.730	800
422/em	49	5 a 15	7,3	<4	"	"	Argiloarenosa	24,5	22,4	85	Francoargiloarenosa	"	0,6	860	27,1	1.730	800
422/cb	49	5 a 15	7,0	<4	Bem drenado	Blocos subangulares	Argilosa	7,5	5,5	106	Francoarenosa	Blocos subangulares	1,6	860	27,1	1.730	800
422/pm	49	5 a 15	6,0	<4	Moderada	"	Argila pesada	16,8	13,6	50	Francoargiloarenosa	Fraca, pequena, granular	1,3	860	27,1	1.730	800
423/cb	49	5 a 15	6,6	<4	"	"	Argilosa	4,5	3,2	140	"	Blocos subangulares	1,8	860	27,1	1.730	800
424/cb	49	5 a 15	5,4	<4	Imperfeita	"	"	2,7	0,7	>>190	Areia franca	Fraca, pequena, granular	0,9	860	27,1	1.730	800
432/ap	49	15 a 25	7,3	<4	Moderada	Prismática moderada	Muito argilosa	19,0	16,0	60	Francoarenosa	Maciça	1,6	860	27,1	1.730	800
432/cb	51	15 a 25	7,0	<4	Bem drenado	Blocos subangulares	Argilosa	7,5	5,5	106	"	Blocos subangulares	1,6	960	28,5	1.800	900
432/pm	49	15 a 25	6,0	<4	Moderada	"	Argila pesada	16,8	13,6	50	Francoargiloarenosa	Fraca, pequena, granular	1,3	860	27,1	1.730	800
434/cb	49	15 a 25	5,4	<4	Imperfeita	"	Argilosa	2,7	0,7	190	Areia franca	Fraca, pequena, granular	0,9	1.000	28,3	1.792	792
442/cb	49	25 a 40	7,0	<4	Bem drenado	"	"	7,5	5,5	106	Francoarenosa	Blocos subangulares	1,6	860	27,1	1.730	800

médios: temperatura anual de 24,3°C; precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 mm; déficit hídrico durante os meses de agosto a dezembro (400 mm) e excedente no quadrimestre de fevereiro a maio (800 mm); e índice agroclimático de 96% (Tab. 5, XXIV).

Geomorfologicamente faz parte de formas aguçadas e de formas que aparecem ligando dois planos altimétricos diferentes — pedimento — elaborados sobre o planalto residual da Meruoca com declividade variando entre 25 e 40%.

Na análise de suas características físico-químicas constata-se que a capacidade total de troca catiônica e a soma de bases trocáveis, com valores em torno de 7 e 5 mEq/100 g de solo, respectivamente, constituem-se nos fatores mais limitantes à sua utilização.

As demais características, estas menos limitantes, podem ser assim relacionadas: profundidade efetiva na ordem de 180 cm; textura do horizonte A moderadamente leve (franco-arenosa); drenagem moderada; estrutura do horizonte iluvial formada por blocos subangulares; ausência de horizontes salinos (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e alcalinos ao longo do perfil; conteúdo de matéria orgânica com 2,5%, após conversão do carbono; e reação ligeiramente ácida no solo superficial, com pH 6,6.

São solos de elevado potencial agrícola, apresentando considerável quantidade de minerais facilmente intemperizáveis, que

constituem verdadeiro reservatório de nutrientes às plantas. Entretanto, sob exploração intensiva tornar-se-ão necessárias práticas simples de adubação e calagem a fim de contornar os efeitos de sua capacidade de troca de cátions, como também de sua soma de bases trocáveis, que se apresentam como os fatores pedológicos menos favoráveis, dentre os analisados.

Quanto ao clima, o maciço da Meruoca com altitude superior a 600 m funciona como obstáculo às massas de ar, sendo responsável pela ocorrência de verdadeiro meio tropical úmido dentro do sertão semi-árido. Nestas condições, essas terras, além de estarem sob temperaturas amenas e um regime de precipitação efetiva de janeiro a junho, conservam durante todo o ano considerável teor de umidade, sem apresentar período seco. Assim, este fator oferece, praticamente, condições ideais.

Porém, no que concerne às características geomorfológicas, verifica-se que o elevado grau de declividade de suas pendentes impossibilita o uso de todo e qualquer tipo de máquina agrícola, sendo suscetível de ser trabalhada apenas com tração animal.

Quanto ao seu recobrimento florístico, acha-se localizada na região da Floresta Ombrófila Aberta Tropical, caracterizada por uma Vegetação Secundária composta de árvores, muitas palmeiras do gênero *Orbignya* e sinúsia arbustiva densa, o que reflete condições climáticas muito especiais (vide 4 — Vegetação).

A ocupação atual dessas terras se apresenta bastante diversificada, onde as culturas do café, milho, mandioca e feijão, em plantios simples e consorciados, além de espécies frutícolas como jaqueira, mangueira, bananeira e cajueiro surgem como as principais. Ressalte-se, porém, que a adoção de técnicas agrônomicas, objetivando uma exploração mais racional e segura, de acordo com observações *in loco*, é em grande parte negligenciada.

## B) Série 242

### I. Unidade 242/cb

Está representada por quatro manchas, uma localizada a leste do município de Maranguape, possuindo como limite inferior a coordenada 4° de latitude S; e as demais na parte central da Folha, abrangendo áreas do maciço serrano da Meruoca.

Embora, climatologicamente, pertencentes a clima com grau de restrição 200, estas manchas se apresentam com parâmetros de temperatura e precipitação diferenciados, mas com índices agroclimáticos suficientemente próximos entre si, de tal forma que, agricolamente, este fator influi com a mesma intensidade sobre todas elas.

Assim, as que estão na área do município de Maranguape acham-se sob influência dos seguintes valores médios: temperatura anual de 25,7°C com máximas e mínimas, respectivamente, de 26,4 e 24,7°C; precipitação anual em torno de 1.400 mm; deficiência hídrica durante os meses de agosto a janeiro (550 mm) e excesso ocorrendo no trimestre de março a maio (420 mm); e índice agroclimático de 76% (Tab. 5.XXIV). Já as localizadas no maciço serrano não contam com estação meteorológica representativa. Sua delimitação foi obtida por interpolação dos dados correspondentes às estações vizinhas.

Geomorfologicamente a unidade faz parte de formas aguçadas elaboradas sobre o planalto residual da Meruoca e também nas superfícies sertanejas, porém, em todos os casos, com declividades variando entre 25% e 40%. Portanto sua mecanização é prática inexistente, sendo possível apenas o uso de tração animal.

Pedologicamente abrange solos semelhantes aos da unidade precedente e, assim, caracterizáveis nos mesmos termos (vide Unidade 142/cb).

Também seu recobrimento florístico acha-se, predominantemente, em conotação com o da unidade precedente, devendo-se revelar apenas que as terras situadas no município de Maranguape se apresentam na transição da Floresta Estacional Semidecidual com a Estepe Arbórea Aberta.

Atualmente essas terras estão sendo ocupadas com as culturas de café, milho, feijão e mandioca, que geralmente se apresentam em consorciações duplas e triplas. A fruticultura regional também se destaca, onde o caju, banana, jaca e manga são os principais produtos. Por outro lado, como ocorreu na unidade anterior, é notória a carência de um maior respaldo técnico a fim de garantir uma exploração mais econômica e duradoura sobre essas terras, notadamente na serra da Meruoca.

## C) Série 243

### I. Unidade 243/cb

Está situada no município de Itapipoca, ao sul de seu núcleo urbano, abrangendo áreas no setor setentrional do maciço serrano da Uruburetama.

Climatologicamente, a primeira mancha se apresenta sob influência dos seguintes valores médios: temperatura anual de 25,7°C, com máximas e mínimas, respectivamente, de 26,4 e 24,7°C; precipitação anual em torno de 1.400 mm; deficiência hídrica durante os meses de agosto a janeiro (550 mm) e excesso ocorrendo no trimestre de março a maio (420 mm) e índice agroclimático de 76%.

## 402/USO POTENCIAL DA TERRA

Já as manchas localizadas no maciço serrano não contam com estação pluviométrica representativa, sendo seu índice agroclimático detectado por interpolação de postos vizinhos, porém dadas suas condições de altitude infere-se que suas precipitações e temperaturas sejam diferentes, embora pertencendo a idêntica faixa agroclimática que, no entanto, reflete comportamento agrícola equivalente para todas as manchas em consideração.

Geomorfologicamente a unidade faz parte de formas aguçadas elaboradas sobre planaltos residuais do maciço serrano da Uruburetama, com declividades variando entre 25 e 40% (Tab. 5.XXIV).

Pedologicamente representam essas terras os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos, originários de saprolitos de granito, migmatito e gnaiss do Complexo Nordestino — Pré-Cambriano Médio e Superior (vide 1 — Geologia).

Dentre as características físico-químicas analisadas nota-se que a capacidade de troca catiônica, assim como a soma de bases trocáveis, com valores em torno de 7 a 3 mE/100 g de solo, se apresentam como os fatores pedológicos mais limitantes à utilização dessas terras.

As demais características, menos limitantes, são assim relacionadas: profundidade efetiva na ordem de 135 cm, considerando-se os horizontes A e B; drenagem moderada; textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); elevado conteúdo de matéria orgânica no solo superficial (3%); estrutura do horizonte iluvial formada por blocos subangulares; ausência de horizontes salinos (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e/ou alcalinos ao longo do perfil; e reação moderadamente ácida no solo superficial (pH 5,6).

Nestas áreas constata-se a presença de matações e calhaus angulosos, além da erosão laminar ligeira e moderada, observando-se também o fenômeno de solifluxão, sobretudo no período chuvoso.

De acordo com a análise dos elementos de interação desta unidade, clima, relevo e solo, percebe-se que o clima se apresenta como o de menor grau de limitação ao aproveitamento dos recursos naturais dessas terras. Mesmo assim, é de bom grado lembrar que as irregularidades das chuvas, associadas a um período de deficiência hídrica no solo em torno de 6 meses, devem ser consideradas, principalmente, quando se trata de áreas impossíveis, economicamente, de serem irrigadas.

Quanto à topografia, o fator de maior limitação dessas terras, verifica-se que o acentuado declive de suas pendentes impossibilita o uso de máquinas agrícolas. Neste caso, essas terras são suscetíveis de serem trabalhadas apenas com implementos de tração animal, muito embora sejam dificultados em grande parte pelos embargos de superfície existentes.

Finalmente, os solos desta unidade além de exigirem práticas de adubações, com a correção prévia da acidez, a fim de aumentar a eficácia da capacidade de troca de cátions e a soma de bases trocáveis, requerem aplicação cuidadosa e intensiva das melhores práticas para o combate à erosão.

Portanto, o uso adequado dessas terras dar-se-ia com fruticultura e culturas semipermanentes, com adoção de práticas intensivas. Dentre as muitas sugerem-se algumas de capital importância, como disposição das culturas em faixas estreitas; faixas de proteção; cultivos segundo as curvas de nível; valas de desvio; terraços e coletores; rotação de culturas; manta de restolho; culturas de cobertura; e aradura em sulcos descontínuos.

As terras desta unidade se encontram na região da Floresta Ombrófila Aberta, caracterizada pela Vegetação Secundária (vide 4 — Vegetação).

A ocupação atual está representada basicamente pela bananicultura cuja intensificação se verifica em proporção direta com a altitude das áreas. O produto é transportado do local da colheita em "surrões", através de animais, até as sedes das fazendas, de onde posteriormente é conduzido geralmente através de caminhões para ser comercializado no mercado da CEASA, instalado

no município de Uruburetama, e mercados circunvizinhos. Além disso, dada a magnitude da produção, segundo perscrutação *in loco*, chegam a exportar mensalmente, para os mercados de Sergipe e Bahia, a preços módicos. A oferta do produto é regular durante o ano todo, embora o período de maior produção seja no segundo semestre. Constatou-se também nestas áreas a presença de outras culturas como o caju, mangueira, mandioca, além de alguma criação bovina.

#### D) Série 244

##### I. Unidade 244/cb

Está localizada na porção ocidental da Folha em estudo, a sudeste do núcleo urbano do município de Buriti dos Lopes, no Estado do Piauí.

Climatologicamente acha-se sob influência de uma faixa climática com grau de restrição de segunda ordem (200), caracterizada por temperaturas médias anuais de 25,6°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.460 mm; deficiência hídrica ocorrendo durante os meses de agosto a dezembro (520 mm), e excedente no trimestre de março a maio (480 mm); além do índice agroclimático de 80% (Tab. 5.XXIV).

Geomorfologicamente integra áreas de superfícies tabulares estruturais e superfícies pediplanadas, elaboradas no planalto da Ibiapaba com declividade entre 25 e 40%. Revela-se, porém, que, embora não consideradas devido à escala de trabalho, existem formas de relevo residual caracterizadas por *inselbergs*, fazendo parte também das terras desta unidade.

A capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis disponíveis, com valores de 4 e cerca de 2 mE/100 g de solo, respectivamente, se apresentam como os fatores pedológicos mais limitantes. As demais características, menos restritivas, são assim resumidas: reação ligeiramente ácida no solo superficial (pH 6,3); drenagem moderada; textura média (franco-arenosa); estrutura formada por blocos subangulares; conteúdo de matéria orgânica em torno de 1%, após conversão do carbono; ausência de horizonte salino e alcalino em todo o perfil; e profundidade efetiva com aproximadamente 50 cm. São ainda solos que apresentam erosão laminar ligeira a moderada, com presença de pedregosidade superficial e, quase sempre, pequenas concreções ferruginosas disseminadas dentro de seus horizontes.

Desta forma, de acordo com a sua caracterização, verifica-se que as terras desta unidade, embora não apresentem maiores limitações no que concerne às condições climáticas, acham-se grandemente limitadas quanto às condições topográficas e pedológicas.

Do ponto de vista florístico esta unidade está caracterizada pela Estepe Arbórea Aberta e, predominantemente, pela forma ecotonal, onde em uma mesma comunidade ocorrem espécies pertencentes às Regiões Fitoecológicas da Savana (Cerrado) e da Floresta Semidecidual (vide 4 — Vegetação).

A ocupação atual está determinada praticamente pela pecuária extensiva, embora também exista uma agricultura desenvolvida, visando apenas ao auto-sustento familiar, onde as culturas da mandioca, milho e, às vezes, do feijão, são as principais.

#### E) Série 342

##### I. Unidade 342/em

Situada na parte mais meridional do município de Caucaia, esta unidade possui ainda como limite inferior aproximado a coordenada 4° de latitude S.

Climatologicamente se encontra sob influência das mesmas características comentadas para a unidade seguinte (vide Unidade 342/cb).

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas e, predominantemente, de formas aguçadas, ambas elaboradas na Superfície Sertaneja com declividade entre 25 e 40% (Tab. 5.XXIV).

Pedologicamente evidencia-se que a estrutura do tipo prismática e o conteúdo de matéria orgânica com menos de 1%, no solo superficial, são as duas características mais limitantes à sua utilização.

Por outro lado, os solos desta unidade apresentam uma profundidade efetiva de 85 cm, considerando-se os horizontes A e B; textura pesada (argilo-arenosa); ausência de horizonte salino e/ou alcalino em todo o perfil; elevada soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cátions, atingindo valores de 22,4 e 24,5 mE/100 g de solo, respectivamente; moderadamente drenados; e reação ligeiramente ácida no solo superficial, com pH 6,7. Apresentam ainda erosão laminar moderada e em sulcos repetidos ocasionalmente, além de pedregosidade superficial constituída por calhaus e matacões, caracterizando em muitas partes uma pavimentação desértica, quando sua capacidade é alterada para menos. Portanto, o uso de máquinas agrícolas, que *a priori* já é uma prática inexequível face às condições topográficas, é ainda mais prejudicado nestas circunstâncias, tornando-se difícil de serem trabalhadas até mesmo com tração animal.

As condições climáticas, caracterizadas por baixa pluviométrica e um período de deficiência hídrica durante a maior parte do ano, restringem também o uso dessas terras.

Sua cobertura vegetal está caracterizada pela vegetação da Estepe Arbórea Aberta e, em menor proporção, pela Vegetação Secundária (vide 4 — Vegetação).

Atualmente esta unidade é ocupada, exclusivamente, com pecuária extensiva.

##### II. Unidade 342/cb

Está situada no município de Itapajé, com uma mancha no seu setor sudeste, e as outras abrangendo a parte meridional do maciço serrano da Uruburetama.

Climatologicamente a unidade acha-se sob temperaturas médias anuais de 26,5°C, onde as máximas e mínimas registradas são na ordem de 27,9 e 25,6°C, respectivamente; precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.200 mm, distribuída praticamente no primeiro semestre do ano, e evapotranspiração potencial média anual com cerca de 1.600 mm. Durante os meses de julho a janeiro o solo apresenta déficit hídrico (750 mm) e de março a maio há excedente (300 mm); evapotranspiração real média de aproximadamente 900 mm anuais; e índice agroclimático de 62% (Tab. 5.XXIV).

Geomorfologicamente essas terras fazem parte de formas aguçadas e de encostas resultantes de recuo das vertentes-pedimentos, elaboradas quase que na sua totalidade sobre o planalto residual da Uruburetama, com declividade compreendida entre 25 a 40%. Formas de relevo residual caracterizadas por *inselbergs* também fazem parte destas terras, entretanto, levando-se em conta seu tamanho, a escala de trabalho, bem como sua pequena ocorrência, não foram consideradas.

Pedologicamente estão representadas por solos semelhantes aos da unidade 242/cb. Todavia, aqui os solos apresentam algumas diferenças, quanto às seguintes características: menor profundidade efetiva, pois, considerando-se os horizontes A e B, ela chega apenas aos 106 cm; menor conteúdo de matéria orgânica no solo superficial (1,5%); por outro lado, apresentam uma drenagem mais eficiente, pois acham-se bem drenados; e, finalmente, seu material de origem decorre de granito, migmatito e gnaisses do Complexo Nordeste — Pré-Cambriano Médio a Superior. Afora isso, adianta-se que, em virtude da similaridade entre as demais características pedológicas, tornam-se desnecessários maiores comentários a esse respeito (vide Unidade 242/cb).

Portanto, as terras dessa unidade podem ainda ser consideradas como possuidoras de elevado potencial agrícola, haja vista necessitarem apenas, de acordo com o grau de exploração, de práticas de adubação simples a fim de aumentar a eficácia de sua capacidade de troca catiônica e da soma de bases trocáveis, que são os



dois fatores, dentre os analisados, menos favoráveis a sua utilização. Porém, inversamente a estas condições estão as características climáticas e, sobretudo, as geomorfológicas que se apresentam fortemente limitantes.

Sob o ponto de vista florístico acham-se na Região da Floresta Estacional Semidecidual, cobertas pela Vegetação Secundária, além da Estepe Arbórea Aberta (Caatinga), para o caso da mancha situada a sudeste do município de Itapajé.

A ocupação atual está representada pela pecuária de livre pastoreio; cotonicultura; culturas de subsistência, onde o milho e a mandioca são os principais produtos; além de fruticultura representada pela cultura da banana, que se constitui na atividade de maior significância quanto à intensificação.

#### F) Série 343

##### I. Unidade 343/cb

Acha-se representada por apenas uma mancha, que se encontra situada no trato setentrional do município de Irauçuba, a sotavento da serra da Uruburetama.

Climatologicamente está sob a influência da única faixa de clima de grau 300, da Folha em estudo, assim caracterizada: temperatura média anual de 26,5°C, com máxima de 27,9°C e mínima de 25,6°C; precipitação pluviométrica média anual com cerca de 1.200 mm, distribuídos praticamente no primeiro semestre do ano e evapotranspiração média anual de aproximadamente 1.600 mm. Durante os meses de julho a janeiro o solo se encontra com deficiência hídrica (750 mm), e no trimestre de março a maio há excedente (300 mm). A evapotranspiração real está em torno de 900 mm anuais; e o índice agroclimático é de 62%.

Geomorfológicamente faz parte de superfícies pediplanadas e, predominantemente, de formas aguçadas, elaboradas sobre planaltos residuais do maciço serrano da Uruburetama com declividade variando entre 25 e 40% (Tab. 5. XXIV).

Pedologicamente apresenta as mesmas características da unidade precedente (vide Unidade 243/cb).

Deste modo, a unidade em questão, quando comparada à precedente, se distingue basicamente apenas quanto ao fator clima. Todavia, tal diferença deve ser significativamente considerada.

Assim, as terras desta unidade apresentam maiores restrições ao seu uso que as da unidade anterior, exigindo, por conseguinte, uma seleção mais acurada das espécies que por ventura venham ser aí desenvolvidas, bem como um melhor manuseio de seus solos.

Recobre essas terras a Vegetação Secundária, nas áreas mais declivosas; Estepe Arbórea Aberta (Caatinga) e Estepe Parque, nas áreas de menores taludes (vide 4 — Vegetação).

A pecuária extensiva de livre pastoreio se faz notar como a atividade predominante na ocupação atual dessas áreas, muito embora a pecuária sofra severa restrição na época seca, quando o precário substrato gramíneo praticamente desaparece. A caprinocultura também se faz presente bem como pequenas glebas ocupadas com culturas de algodão arbóreo, mandioca e milho.

#### 5.1.2.3.3 — Subclasse Mesater-por-solo

##### A) Série 114

##### I. Unidade 114/dc

Acha-se representada por um vale situado contiguamente à Unidade 114/dc, no setor sudeste da mesma.

Agroclimatologicamente se encontra na mesma faixa da Unidade 114/dc, com média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real representando 98% de sua correspondente evapotranspiração potencial.

Geomorfológicamente está caracterizada como área de relevo plano de fundo de vale, embora englobe parte dos taludes moderados, que no mapa não foram segregados porque na escala de trabalho utilizada não abrangem superfícies representáveis. Portanto, ligeiros cuidados devem ser dispensados à topografia que abrange áreas com ligeira predisposição a erosão.

Pedologicamente verifica-se que a drenagem e a estrutura surgem como as características mais limitantes a seu uso, embora

TABELA 5. XXIV  
Caracterização das unidades (Subclasse Mesater-por-relevo)

UNIDADE	INDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO								CLIMA					
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Materia orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
142 cb	96	25 a 40	7,3	<4	Moderada	Blocos subangulares	Muito argilosa	7,0	5,0	180	Francoarenosa	Moderada, pequena, granular	2,5	1.700	24,3	1.277	890
242 cb	76	25 a 40	7,3	<4	"	"	"	7,0	5,0	180	"	"	2,5	1.400	25,7	1.520	980
243 cb	76	25 a 40	6,8	<4	"	"	"	7,2	3,2	135	Francoargiloarenosa	"	3,0	1.400	25,7	1.520	980
244 cb	80	25 a 40	5,6*	<4	"	"	Francoarenosa	4,0	2,0	48	Areia franca	Maciça	0,8	1.460	25,6	1.500	980
342 em	62	25 a 40	7,3	<4	"	Prismática moderada	Argiloarenosa	24,5	22,4	85	"	Maciça	0,6	1.200	26,5	1.600	900
342 cb	62	25 a 40	7,0	<4	Bem drenado	Blocos subangulares	Argilosa	7,5	5,5	106	Francoarenosa	Blocos subangulares	1,6	1.200	26,5	1.600	900
343 cb	62	25 a 40	6,8	<4	Moderada	"	"	7,2	3,2	135	Francoargiloarenosa	Moderada, pequena, granular	3,0	1.200	26,5	1.600	900

\*Embora a média geométrica esteja compreendida pelo intervalo preconizado para os solos de grau de restrição 003, foi considerado como de grau de restrição 004 devido à presença significativa de pedregosidade.

problemas relacionados com alcalinidade devam também ser considerados. Portanto, é um solo que, sofrendo influência local de relevo, acha-se condicionado por uma má drenagem e precárias condições estruturais; onde os horizontes subseqüentes aos 20 cm, correspondentes ao primeiro horizonte, se apresentam gleyzados e com uma estrutura do tipo maciça. Por outro lado, apresenta um elevado teor de matéria orgânica (superior a 5%) no solo superficial, textura média (franco-argilosa), pH ligeiramente ácido (6,2), ausência de salinidade (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) nos limites de sua profundidade efetiva que, dada a presença do horizonte gleyzado, está restrita aos primeiros 20 cm.

Finalmente, a capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis apresentam-se com valores altos, 21,8 e 18,7 mE/100 g de solo respectivamente (Tab. 5. XXV).

Assim sendo, embora os fatores relevo e clima praticamente não apresentem problemas ao uso desta unidade, o fator solo restringe acentuadamente sua capacidade, tornando necessários sistemas de manejo especiais que devem incluir, prioritariamente, abertura de drenos, subsolagem, além de adubações minerais para elevar o teor dos nutrientes — NPK — que são baixos.

## II. Unidade 114/dc

Está representada por uma única mancha encontrada sobre o planalto da serra da Ibiapaba, na parte centro-norte do município de Tianguá.

Climatologicamente se encontra em uma faixa caracterizada por duas estações pluviométricas — Tianguá e Ubajara — que, de acordo com seus índices agroclimáticos, não oferecem nenhuma restrição no que diz respeito à agricultura (grau de restrição 100). A estação de Tianguá, mais representativa por se encontrar, praticamente, sobre a unidade, apresenta temperaturas amenas, onde a média do mês mais quente (janeiro) não ultrapassa os 22,5°C, e a do mês mais frio (julho) chega aos 20°C, apenas. O índice agroclimático é de 98% e as chuvas, que são influenciadas preponderantemente pelo relevo (altitude em torno de 750 m), se apresentam irregularmente distribuídas, totalizando uma média anual de 1.330 mm. Porém, mesmo existindo a irregularidade na distribuição, registra-se um regime de precipitações efetivas de janeiro a junho, além de um adequado teor de umidade no solo, durante todo o ano que, desta forma, concorrem para o desconhecimento de secas que caracterizam o sertão.

Do ponto de vista geomorfológico faz parte das formas dissecadas tabulares, com relevo nunca superior a 5%, e são, conseqüentemente, mecanizáveis.

Pedologicamente podem ser consideradas a drenagem (fortemente drenado) e a capacidade de troca catiônica (3,5 mE/100 g de solo) como as características mais limitantes, muito embora a soma total de bases trocáveis disponíveis, com apenas 1 mE/100 g de solo, também possa ser incluída entre elas. Além disto, sua profundidade efetiva é considerável, superior a 200 cm, e possui textura leve (areia franca) no horizonte superficial, e uma estrutura granular no horizonte B. Apresenta um pH de 5,9 no solo superficial, sendo portanto moderadamente ácido; conteúdo de matéria orgânica com 1,6%, e não possui problemas de salinidade (C.E. inferior a 4 mmhos/cm), nem de alcalinidade ao longo do perfil analisado (Tab. 5. XXV).

Dentre os fatores de interação desta unidade, observa-se que o clima, malgrado as irregularidades das chuvas, não apresenta maiores problemas quanto ao aproveitamento agrícola do seu potencial, de vez que suas médias térmicas são as mais baixas da folha, e o teor de umidade bastante elevado durante todo o ano. A este fator somam-se as boas condições topográficas com declividades que não provocam embargo algum no tocante à adoção da mecanização agrícola.

Por outro lado, o solo, como terceiro elemento de interação, não se encontra dentro do mesmo diapasão de favorabilidade, apresentando, ao contrário, problemas de natureza físico-

químicas, que, conseqüentemente, tornam necessárias práticas intensivas de manejo, sobretudo com a adição de corretivos e de adubações orgânicas e químicas, a fim de minorar as limitações que lhe são inerentes.

## B) Série 124

### I. Unidade 124/de

Acha-se situada no município de Ibiapina, representada por um único vale, mais ou menos paralelo à coordenada 4° de latitude S.

Climatologicamente goza das mesmas condições que caracterizam a Unidade 114/dc.

Geomorfológicamente, como a Unidade 114/de faz parte de um fundo de vale, porém englobando superfícies com taludes mais acentuados, vale ressaltar que, enquanto a declividade naquela unidade não ultrapassa os 5%, aqui ela acha-se variando entre 5 e 15% (Tab. 5. XXV). Desta forma, o uso de mecanização agrícola é plenamente exequível.

Pedologicamente está representada pelo mesmo tipo de solo que caracterizou a Unidade 114/dc.

Quanto à cobertura vegetal, encontra-se caracterizada pela Formação Estepe Arbórea Aberta e, em maior proporção, pelo Contato Estepe/Floresta Estacional (ecotono). Atualmente esta unidade acha-se ocupada por lavouras de subsistência, onde o milho, feijão e mandioca são os principais produtos.

Em termos de superfície, a unidade em questão surge como a menor dentre as pertencentes à Classe Mesater, perfazendo uma área de 14 km<sup>2</sup>.

### II. Unidade 124/cb

Acha-se ocupando praticamente todo o município de Fortaleza e parte dos municípios de Aquiraz, Pacatuba e Maranguape. Limita-se ao norte com o núcleo urbano de Fortaleza, e ao sul com a coordenada 4° de latitude S.

Seus resultantes-de-interação acham-se abrangidos por uma faixa de clima caracterizada por temperatura média anual com 25,8°C, sendo a máxima térmica de 26,5° e a mínima de 24,9°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.660 mm, onde cerca de 93% desse total chega ao solo durante os meses de janeiro a julho; evapotranspiração potencial média anual de aproximadamente 1.540 mm; deficiência hídrica do solo de setembro a dezembro (436 mm) e excedente de março a junho (562 mm); evapotranspiração real com 1.100 mm; e índice agroclimático de 88%.

Geomorfológicamente esta unidade faz parte das superfícies pediplanadas com declividades variando entre 5 e 15%, sendo conseqüentemente mecanizáveis.

Pedologicamente está caracterizada por apresentar drenagem imperfeita, ausência de salinidade e alcalinidade ao longo de todo o perfil, estrutura em blocos subangulares e textura argilosa no horizonte iluvial e textura leve com estrutura pequena granular, no superficial. Tem baixa capacidade total de troca catiônica, bem como igualmente baixa é sua soma de bases trocáveis. Sua profundidade efetiva é de mais de 1,90 m e seu conteúdo de matéria orgânica, no horizonte superficial inferior a 1% (Tab. 5. XXV).

Deve-se ressaltar que esta unidade apresenta índice pedológico (5,4) bem próximo à faixa correspondente ao grau de restrição 003 e que, conseqüentemente, sua capacidade de uso é superior a todas as englobadas na Subclasse Mesater-por-solo.

De qualquer maneira são seus solos que mais a restringem, especialmente por sua capacidade de troca catiônica e sua soma de bases que, como mencionado, são baixas, denotando fertilidade química pouco satisfatória.

Já do ponto de vista climático pode ser considerada ótima e sob o ângulo geomorfológico boa.

A cobertura florística encontrada sobre esta unidade está caracterizada pelas Formações Pioneiras Restinga Arbustiva e, predominantemente, pela Estepe Arbórea Aberta com palmeiras.

Atualmente a ocupação sobre essas terras se faz sentir dominantemente pela pecuária, muito embora a agricultura também seja uma atividade de grande importância na economia da área. Os principais produtos agrícolas aí encontrados são: mandioca, milho, cana-de-açúcar, caju e citros.

Em algumas partes, onde a palmeira carnaúba (*Copernicia cerifera*) aparece dominando sobre as demais espécies vegetais, o extrativismo vegetal também se faz presente.

## C) Série 214

### I. Unidade 214/dc

Está representada por duas manchas, a maior localizada no planalto da serra da Ibiapaba, e entrecortada por dois vales, abrange áreas dos municípios de Ibiapina, Ubajara e Tianguá. A outra mancha situa-se quase contiguamente, ao sul do núcleo urbano do município de Viçosa do Ceará.

Encontra-se sob influência de uma faixa climática, caracterizada pela estação pluviométrica de Viçosa do Ceará, cujo índice agroclimático se apresenta com valor de 82%. Devido às suas condições de altitude (em torno de 750 m) as temperaturas médias mensais têm pouca variação, registrando o mês mais quente (janeiro) 23,4°C, contra apenas 21,2°C no mês mais frio (julho). Sua precipitação média anual é de 1.200 mm.

Por outro lado, apesar de contar com período seco atenuado pela elevada umidade e presença de chuvas esparsas, verifica-se que durante os meses de agosto a janeiro o solo se encontra com deficiência hídrica.

Geomorfologicamente faz parte das mesmas formas e superfícies a que pertence a Unidade 214/ec.

Seus solos não apresentam problemas de salinidade ou alcalinidade e são fortemente drenados com estrutura pequena, granular e texturas leves quase ao longo de todo o perfil. Conseqüentemente têm baixa capacidade de troca e soma de bases, características que junto à sua drenagem são as que mais restringem sua capacidade de uso (Tab. 5. XXV).

Dessa forma, apesar de suas ótimas condições topográficas, que possibilitam o emprego de plena mecanização agrícola, e de seu clima, que, do ponto de vista agrícola, pode ser considerado bom, do ponto de vista pedológico apresenta restrições contornáveis através de práticas intensivas e contínuas de adubações e correções.

A cobertura florística, ainda encontrada sobre esta unidade, se caracteriza pela presença de uma vegetação secundária, com palmeiras, além de áreas com Contato Estepe/Floresta Estacional. Dentre as espécies de maior ocorrência destacam-se as vulgarmente conhecidas como jatobá, jacarandá, piqui, sucupira, pau-terra, tecum, além dos toréns e babaçu.

As atividades agropastoris ocorrem de maneira dispersa e bastante diversificada, onde as culturas da mandioca, cana-de-açúcar, banana, milho, café, além de alguma hortaliça, surgem como as principais. A pecuária extensiva, representada por mestiços azebuados, notadamente das raças Gir e Nelore, também ocupa um lugar de relativo destaque na economia da área.

### II. Unidade 214/ec

Está representada por três manchas, mais ou menos equidistantes entre si, localizadas na porção mais ocidental da Folha, fazendo parte do município de Buriti dos Lopes, Estado do Piauí, com a maior mancha nas proximidades do núcleo urbano do referido município, no setor sudeste.

Geomorfologicamente se encontra fazendo parte das superfícies tabulares estruturais planas de topo coincidente com a estrutura eológica, e das formas tabulares dissecadas, com declividades não superiores a 5% e, conseqüentemente, mecanizáveis, sem restrições.

Climatologicamente está caracterizada pela estação pluviométrica de Buriti dos Lopes que também define, sob este ponto de vista, a Unidade 214/bp.

Do ponto de vista pedológico apresenta erosão nula a laminar ligeira e total ausência de pedregosidade e/ou rochiosidade sobre a superfície.

A análise de suas características físico-químicas evidencia que a estrutura (e) do horizonte iluvial, do tipo maciça, com aspecto poroso, e a capacidade de troca catiônica (c), com 2,5 mE/100 g de solo, são as mais limitantes. Vale ressaltar que a soma de bases trocáveis disponíveis, com pouco mais de 1,0 mE/100 g de solo, se apresenta, também, tão limitante quanto as duas características supracitadas (Tab. 5. XXV). As demais características pedológicas são a profundidade efetiva superior a 200 cm; textura leve (areia franca) no solo superficial; ausência de horizontes salinos (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) ou alcalinos ao longo do perfil; e conteúdo de matéria orgânica em torno de 1,5%; apresentando-se ainda acentuadamente drenados e moderadamente ácidos (pH 5,4).

Do ponto de vista florístico, a referida unidade se encontra em uma área de Contato Savana/Floresta Estacional, com predominância de Savana Arbórea Aberta.

A pecuária extensiva, desenvolvida em meio à vegetação natural, constitui a principal atividade desenvolvida sobre as terras da unidade em questão. Culturas de subsistência como a mandioca, milho e, excepcionalmente, o feijão, complementam o quadro das atividades agropecuárias aí desenvolvidas.

### III. Unidade 214/cb

Acha-se localizada na parte nordeste da Folha, entre os rios Curu e Aracatiáçu, em linha mais ou menos paralela a cerca de 15 km da borda do litoral.

Geomorfologicamente faz parte das formas tabulares estruturais e superfícies pediplanadas erosivas — ambas pertencentes à Superfície Sertaneja —, com declividades inferiores a 5%.

Do ponto de vista climático está sob influência de uma faixa caracterizada por um índice agroclimático de 76% (Tab. 5. XXV), com precipitação pluviométrica média anual de cerca de 1.400 mm, distribuídos de uma maneira que 90%, aproximadamente, desse total ocorre durante os meses de fevereiro a julho. Neste período verifica-se que o solo se encontra perfeitamente suprido de água, havendo inclusive um excedente nos meses de março a maio. Em contraposição, durante os meses de agosto a janeiro o solo se encontra com deficiência hídrica, pois, excetuando janeiro, todos os meses apresentam-se com precipitações praticamente nulas. A temperatura média anual é de 25,7°C, com máxima ocorrendo nos meses de dezembro a janeiro — 26,4°C e mínima, com 24,7°C, no mês de julho.

Seus solos apresentam perfil com seqüência de horizontes A, B e C, bastante profundos (profundidade efetiva superior a 190 cm). O horizonte superficial com textura leve (areia franca) jaz sobre um horizonte iluvial bastante argiloso e de drenagem imperfeita, composto por uma estrutura em blocos subangulares. Não são salinos nem alcalinos, e o solo superficial é moderadamente ácido. Apresentam baixo conteúdo de matéria orgânica, sempre inferior a 1%, no solo superficial. São, ainda, de baixa fertilidade natural, característica decorrente sobretudo da pobreza do seu material de origem, somada à intensa lixiviação dos seus macro e micronutrientes. Em decorrência disto, a capacidade de troca catiônica (c) e a soma de bases disponíveis (b) constituem-se como as características mais limitantes, entre as consideradas, com valores de 2,7 e cerca de 1 mE/100 g de solo, respectivamente.

Atualmente estão recobrimdo essas terras a unidade fisionômica Estepe Arbórea Aberta (Caatinga), onde as espécies conhecidas vulgarmente pelos nomes de mofumbo, marmeleiro e jurema são as predominantes. A ocupação agropecuária restringe-se às culturas da mandioca, algodão e caju, em plantios simples e consorciados, destacando-se a primeira por sua área plantada. Por ou-

tro lado, a pecuária bovina, embora desenvolvida extensivamente, surge, ao lado da agricultura, como atividade bastante significativa para a área.

#### IV. Unidade 214/bp

É representada por apenas uma mancha, localizada na porção mais ocidental da Folha, ora em estudo, contiguamente à área aluvional, pela margem direita do rio Paraíba ao norte do núcleo urbano do município de Buriti dos Lopes, Estado do Piauí.

Geomorfologicamente se encontra fazendo parte das superfícies planas elaboradas por processos de pediplanação. Sua declividade não ultrapassa os 3%, sendo por conseguinte passíveis à prática plena de mecanização agrícola.

Do ponto de vista climático acha-se caracterizada pela estação pluviométrica do município de Buriti dos Lopes, onde se registra uma temperatura média mensal máxima de 26,7°C (dezembro) e mínima de 25°C (junho). As precipitações são bastante significativas onde a média anual atinge os 1.635 mm, porém distribuídos praticamente durante os meses de dezembro a julho. Neste período (inverno), vale ressaltar que as chuvas tornam-se mais intensas no trimestre de março a maio, com uma pluviometria mensal superior aos 300 mm. Por outro lado, nos meses de agosto a novembro (verão) registra-se uma deficiência hídrica no solo atingindo o seu máximo no mês de outubro. O índice agroclimático com 85%, no limite entre os climas de restrição de graus 200 e 100, pode ser considerado de bom a ótimo, de acordo com os critérios metodológicos adotados.

Sob o ponto de vista pedológico, essa unidade está representada por solos rasos de baixa fertilidade, apresentando soma de bases trocáveis disponíveis não superior a 1,5 mE/100 g de solo e profundidade efetiva com menos de 30 cm, como as características mais limitantes.

Ainda apresenta drenagem interna acentuada, textura franca no horizonte superficial, estrutura fraca pequena de blocos subangulares e baixo conteúdo de matéria orgânica (menos de 1%). Ao longo de todo o perfil não se registram problemas de salinidade nem de alcalinidade, porém o pH é fortemente ácido (5,2), e a capacidade total de troca catiônica se apresenta com pouco mais de 5 mE/100 g de solo (Tab. 5. XXV).

De acordo com o enfoque dado vê-se que esta unidade apresenta condições excepcionais quanto à topografia e boas quanto ao clima porém muito restritas no que diz respeito ao solo.

Atualmente a vegetação que recobre as áreas desta unidade está caracterizada pela Estepe Arbórea Densa (Caatinga), que tem nas espécies vulgarmente conhecidas como pau-d'arco-amarelo, catingueira, pereiro, catanduva e mulungu seus principais representantes.

A pecuária bovina é significativa, muito embora ainda seja de caráter puramente extensivo. Mesmo assim constata-se que as raças Gir, Nelore e Guzerá são os principais representantes dos plantéis existentes.

#### D) Série 224

##### I. Unidade 224/de

Abrange dois vales situados no município de Ubajara, nas circunvizinhanças de seu núcleo urbano, e que se apresentam cortando o planalto da serra da Ibiapaba, mais ou menos na direção oeste-leste.

Climatologicamente acha-se sob influência de um clima assim caracterizado: temperatura média anual de 22,1°C, com máxima de 23,4°C, ocorrendo no mês de janeiro e mínima de 21,2°C no mês de julho; precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm; deficiência hídrica durante 6 meses (agosto a janeiro) e excedente no quadrimestre de fevereiro a maio; e índice agroclimático com 82% (Tab. 5. XXV).

Geomorfológica e pedologicamente apresenta as mesmas características da Unidade 124/de, anteriormente descrita.

Assim, verifica-se que, de seus elementos de interação, apenas o clima concorre para diferenciá-las. Todavia, mesmo tendo as condições climáticas ligeiramente menos favoráveis que as daquela unidade, aqui ocorrem temperaturas amenas, conseqüentemente baixa evaporação, fazendo com que o período de deficiência hídrica seja menos sentido.

A sua cobertura vegetal acha-se caracterizada pela Vegetação Secundária e também pela Estepe Arbórea Aberta.

Quanto à ocupação atual constata-se a presença de cultura de subsistência como o milho, mandioca e feijão, entre outras menos freqüentes.

##### II. Unidade 224/ec

Acha-se representada por uma mancha localizada na porção mais ocidental da Folha, no Estado do Piauí, abrangendo áreas tanto do município de Cocal como de Buriti dos Lopes.

Climatologicamente e geomorfologicamente compartilha das mesmas características registradas na Unidade 224/bp, inclusive com presença também de formas topográficas não consideradas.

Pedologicamente porém está representada por um Solo Concrecionário Litólico, de características bastante diferentes. Apresenta estrutura do tipo fraca pequena granular e capacidade de troca catiônica baixa com 3,5 mE/100 g de solo, que se constituem nos fatores mais limitantes a seu uso. Vale ressaltar que também a soma de bases trocáveis disponíveis, com 2 mE/100 g de solo, é igualmente limitativa (Tab. 5. XXV). As demais características podem ser assim resumidas: profundidade efetiva em torno de 80 cm; ausência de horizonte salino e/ou alcalino ao longo do perfil; conteúdo de matéria orgânica em torno de 1%; textura moderadamente leve (franco-arenosa) no solo superficial; drenagem moderada; e reação moderadamente ácida no solo superficial.

É, ainda, um solo suscetível à erosão e que apresenta freqüentemente pedregosidade superficial e, muitas vezes, pequenas concreções ferruginosas disseminadas nos seus horizontes, que dificultam sobremaneira o uso de máquinas e implementos agrícolas.

Portanto, apesar das relativas boas condições climáticas e geomorfológicas, o aproveitamento dessa unidade com atividades agrícolas, de modo geral, é fortemente restringido pelas características pedológicas.

A cobertura florística desta unidade está caracterizada predominantemente por Savana Arbórea Aberta.

Atualmente está ocupada, predominantemente, por pecuária extensiva desenvolvida em meio à vegetação natural onde o apascentamento do seu substrato gramíneo é baixíssimo. Por outro lado, a agricultura caracterizada como de subsistência tem na mandioca e no milho seus principais produtos.

##### III. Unidade 224/eb

A única mancha representante desta unidade acha-se localizada no município de Piracuruca, PI, mais precisamente a oeste de sua sede, possuindo como limite inferior a coordenada 4° de latitude S.

Climatologicamente se encontra fazendo parte da mesma faixa climática da Unidade 224/ec.

Geomorfologicamente seus elementos de interação fazem parte das superfícies do planalto da Ibiapaba, com declividades variando entre 5 e 15%, sendo, por conseguinte, mecanizáveis. Aparecem junto a estas superfícies formas de relevo residual caracterizadas por *inselbergs* isolados, contudo não considerados face à sua rarefação e à escala de trabalho.

Embora o valor de sua média geométrica esteja compreendido no intervalo de restrição 003, seus solos são considerados como limitantes no grau 004, face à presença de muitas concreções na superfície. Além da característica mencionada, verifica-se que a estrutura do tipo fraca pequena granular, juntamente com a baixa



soma de bases trocáveis disponíveis, atingindo valor não superior a 1,0 mE/100 g de solo, constituem-se nas características mais limitantes (Tab. 5. XXV).

As demais características inerentes a este solo podem ser assim resumidas: textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); ausência de horizonte salino e/ou alcalino ao longo do perfil; conteúdo de matéria orgânica no solo superficial com 2,8%; capacidade de troca catiônica em torno de 7,0 mE/100 g de solo; profundidade efetiva com cerca de 60 cm; e reação muito fortemente ácida no solo superficial (pH 4,2).

Verifica-se que as terras desta unidade são utilizáveis para a lavoura, porém com limitações severas, pois demandam um manejo cuidadoso e oneroso, a fim de torná-las mais profícuas à atividade agrícola. Além do mais, apesar da favorabilidade do relevo, a adoção da mecanização agrícola é pouco recomendável, tendo-se em vista a presença de pedregosidade na superfície e mesmo, em algumas áreas, dentro do horizonte superficial.

As terras desta unidade acham-se cobertas por uma vegetação caracterizada pelo Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional.

Atualmente a ocupação dessas terras está determinada pela pecuária bovina desenvolvida em sistema extensivo. A agricultura é desenvolvida visando apenas ao auto-sustento, onde a mandioca e o milho aparecem como os principais produtos.

#### IV. Unidade 224/cb

As manchas representativas desta unidade acham-se disseminadas por toda a Folha em estudo. São encontradas no setor oeste, fazendo parte do município de Viçosa do Ceará; a nordeste, no município de Itapipoca; e finalmente na porção mais leste, fazendo parte dos municípios de Caucaia e Aquiraz.

Climatologicamente acha-se abrangida por duas zonas agroclimáticas que não se apresentam completamente homogêneas, por causa das diferenças de altitudes em que se encontram.

A faixa litorânea tem influência das seguintes características climáticas: índice agroclimático com 76%; temperatura média anual de 25,7°C; precipitação pluviométrica média anual com cerca de 1.400 mm; deficiência hídrica durante os meses de agosto a janeiro (550 mm) e excedente de março a maio (400 mm); e evapotranspiração real anual em torno de 980 mm.

Por outro lado, a faixa do planalto da Ibiapaba apresenta-se com índice agroclimático de 82%; temperatura média anual de 22,1°C; precipitação pluviométrica média anual com 1.200 mm; deficiência hídrica de agosto a janeiro (400 mm) e excedente de fevereiro a maio (480 mm); e evapotranspiração real anual com aproximadamente 700 mm.

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas com declividades entre 5 e 15%, plenamente mecanizáveis, conseqüentemente.

Esta unidade difere da 124/cb unicamente quanto as suas características climáticas (Tab. 5. XXV).

Sob o ponto de vista florístico, a Estepe Arbórea Densa e a Estepe Arbórea Aberta, ambas com palmeiras, principalmente a carnaúba, caracterizam a vegetação encontrada sobre a unidade em estudo.

A ocupação atual dessas terras se apresenta bastante intensificada, notadamente nas áreas da faixa litorânea. Assim, constata-se uma agricultura bastante significativa, tanto pela variedade de culturas como pela área por ela ocupada. Dentre as culturas aí encontradas, de acordo com a maior ocorrência, aparecem: mandioca, caju, milho, citros, cana-de-açúcar, algodão herbáceo e feijão, entre outras menos freqüentes. É também muito comum o uso de consorciações como milho x mandioca, algodão x milho x mandioca, e coqueiro x mandioca x caju.

Por outro lado, a pecuária bovina embora desenvolvida em sistema extensivo de livre pastoreio conta também com uma pecuária leiteira, representada basicamente por gado holandês, criado em sistema estabulado.

408/USO POTENCIAL DA TERRA

#### V. Unidade 224/bp

Acha-se localizada na porção mais ocidental da Folha em estudo, abrangendo áreas dos municípios de Parnaíba, Buriti dos Lopes e Cocal no Estado do Piauí.

Geomorfologicamente se encontra fazendo parte das superfícies pediplanadas erosivas e superfícies tabulares estruturais, elaboradas sobre o planalto da Ibiapaba, com declividades variando entre 5 e 15%, portanto, passíveis à prática da mecanização agrícola. No entanto, apresenta, também, outras formas de relevo como as formas convexas e grupamentos de *inselbergs*, além de áreas inundáveis, não consideradas devido à escala do trabalho.

Está sob influência de uma faixa climática que se encontra disposta em direção sul-norte, desde a coordenada 4º de latitude S até o litoral, no Estado do Piauí, representada por 7 estações pluviométricas cujos parâmetros médios podem ser assim resumidos: temperatura média anual em torno de 25,6°C; precipitação pluviométrica média anual com aproximadamente 1.460 mm; evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm; deficiência hídrica no solo durante 5 meses (agosto a dezembro) e excesso no trimestre de março a maio; evapotranspiração real média anual em torno de 1.000 mm; e índice agroclimático de 80% (Tab. 5. XXV).

Pedologicamente acha-se representada pelo mesmo tipo de solo da Unidade 214/bp, o que torna desnecessário qualquer comentário pertinente a estas características (vide Unidade 214/bp).

Assim, além de pequenas nuances, existentes quanto ao clima, entre esta unidade e a 214/bp, elas se diferenciam com relação as suas características geomorfológicas, pois neste caso a declividade é ligeiramente mais acentuada, registrando percentuais entre 5 e 15%.

Quanto ao recobrimento florístico, acha-se caracterizada pelas unidades fisionômicas Savana Arbórea Aberta e Estepe Arbórea Densa (Caatinga), além de reduzidas manchas de Vegetação Secundária.

Quanto à ocupação atual, constata-se que as lavouras de subsistência, tendo no milho e mandioca seus principais produtos, além de pecuária extensiva, são as mais importantes atividades atualmente desenvolvidas.

#### E) Série 234

##### I. Unidade 234/eb

Está representada por duas manchas que se localizam na porção mais ocidental da Folha, à margem direita do rio Longá, no Estado do Piauí.

Climatologicamente se apresenta sob influência de um clima de grau de restrição 200, igualmente como ocorre na unidade seguinte (vide Unidade 234/cb).

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas, formas tabulares e superfícies tabulares estruturais, com declividade não menos de 15% nem mais de 25%. Assim, são ainda mecanizáveis, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa perda de potência.

Seus solos são considerados com grau de restrição 004, face à presença de muitas concreções na superfície e mesmo dentro do horizonte A, que restringem sobremaneira o seu aproveitamento, muito embora o valor de seu índice pedológico os coloque um grau acima do aceito. Deste modo, dentre as suas características analisadas, revela-se que a estrutura do tipo fraca pequena granular, ao lado da baixa soma de bases trocáveis disponíveis, com valor não superior a 1,0 mE/100 g de solo, além da pedregosidade já mencionada, constituem-se nos fatores pedológicos de maior limitação (vide Tab. 5. XXV).

Por outro lado, as demais características, menos limitantes, podem ser assim resumidas: textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); ausência de horizonte salino e/ou alcalino em todo o perfil; boa quantidade de matéria orgânica no solo superfi-

cial, com 2,8% capacidade de troca catiônica em torno de 7,0 mE/100 g de solo; profundidade efetiva na ordem de 60 cm; e reação muito fortemente ácida no solo superficial (pH 4,2).

Portanto, verifica-se que as terras desta unidade se apresentam, de um modo geral, dentro do mesmo grau de restrição da Unidade 234/cb, onde os fatores eleva e, principalmente, solo sobressaem negativamente.

Acham-se cobertas por vegetação de Estepe Arbórea Aberta (Caatinga), Savana Arbórea Aberta, Contato Savana/Estepe/Floresta Estacional, além de Vegetação Secundária.

A ocupação atual dessas terras está determinada preponderantemente pela pecuária extensiva e pela cultura do arroz irrigado que se apresenta ocupando intensamente as inúmeras lagoas existentes, como também as áreas próximas ao rio Longá.

## II. Unidade 234/cb

Está representada por apenas uma mancha localizada na porção mais ocidental da Folha, no Estado do Piauí, nas proximidades do núcleo urbano do município de Buriti dos Lopes.

Climatologicamente acha-se sob influência de uma faixa de clima com grau de limitação 200, assim caracterizada; temperatura média anual de 25,6°C; precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.460 mm; deficiência hídrica durante os meses de agosto a dezembro (520 mm), e excesso no trimestre março/maio (480 mm); e índice agroclimático de 80% (Tab. 5.XXV).

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas e, em maiores proporções, de tabulares estruturais com declividade variando entre 15 e 25%. Portanto, ainda mecanizáveis, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com considerável perda de potência.

A capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis disponíveis, com valores de 3,5 e cerca de 2,0 mE/100 g de solo, respectivamente, constituem-se nos fatores pedológicos mais limitantes. As demais características, menos limitantes, podem ser assim resumidas: reação ligeiramente ácida no solo superficial (pH 6,3); drenagem moderada; textura leve (areia franca); estrutura em blocos subangulares; conteúdo de matéria orgânica em torno de 1%; ausência de horizontes salinos e alcalinos ao longo do perfil; e profundidade efetiva com aproximadamente 50 cm.

São ainda solos que apresentam erosão laminar ligeira a moderada, com presença de pedregosidade superficial e, quase sempre, pequenas concreções ferruginosas disseminadas dentro dos horizontes.

Desta forma, de acordo com a sua caracterização, verifica-se que esta unidade, embora não apresente problemas maiores concernentes às condições climáticas, acha-se limitada quanto às condições topográficas e, em maior grau, quanto às pedológicas.

Seu recobrimento florístico está caracterizado pela ocorrência de espécies pertencentes às Regiões Fitoecológicas da Savana (Cerrado) e da Floresta Estacional Semidecidual.

A ocupação atual dessas terras se faz sentir predominantemente pela pecuária extensiva de livre pastoreio. No entanto, vale ressaltar também que a exploração da rizicultura se apresenta com bastante significância para a economia da região, pois nas áreas próximas ao rio Longá constata-se um sem-número de lagoas, de formato mais ou menos irregular, que se acham lateralmente ocupadas com a cultura do arroz. Culturas outras, como o milho e o feijão, também são encontradas, embora com menos frequência.

## F) Série 314

### I. Unidade 314/ec

Está representada por apenas uma mancha localizada na parte ocidental da Folha, no setor leste do município de Piracuruca, PI, tendo como limite inferior a coordenada 4° de latitude S.

Do ponto de vista climático se encontra caracterizada pela mesma faixa da qual também faz parte a Unidade 314/eb (Tab. 5.XXV).

Geomorfologicamente se encontra sobre áreas de acumulação inundáveis e sobre superfícies pediplanadas, com declividades sempre inferiores a 5%, apresentando uma estreita correlação com a 314/eb, pois as áreas de acumulação inundáveis representam também grande parte das terras desta unidade.

Pedologicamente abrange quase o mesmo tipo de solo que caracteriza a Unidade 314/eb.

Neste caso, porém, são a estrutura fraca pequena granular e a capacidade de troca catiônica as características mais limitantes.

Portanto, é esta última característica que, basicamente, as diferencia, e, conseqüentemente, tem muita afinidade no que diz respeito à sua capacidade de uso.

A cobertura florística desta unidade acha-se caracterizada maiormente pela subformação Estepe Parque com palmeiras e, em menor proporção, pela Savana Arbórea Aberta.

Quanto à ocupação atual, a pecuária extensiva desenvolvida em meio à vegetação original se constitui na principal atividade.

### II. Unidade 314/eb

Acha-se representada por uma mancha situada na porção ocidental da Folha, próxima ao núcleo urbano do município de Piracuruca, PI, no setor leste, e tem como limite inferior a coordenada 4° de latitude S.

Climatologicamente, acha-se abrangida pela mesma faixa de clima que caracterizou a Unidade 314/cb.

Do ponto de vista geomorfológico acha-se sobre as mesmas formas da Unidade 314/cb, excetuando-se apenas as formas tabulares erosivas. No entanto, vale enfatizar que, enquanto na unidade seguinte as áreas de acumulação inundáveis representam diminuta área em relação ao todo, abrangido pela unidade, aqui ocorre praticamente o inverso.

De acordo com a análise das características físico-químicas consideradas, verifica-se que o valor de sua média geométrica (5,8) se encontra dentro do intervalo preconizado para os solos com restrição 003 (5,5 a 7,0). Entretanto, devido à presença de muitas concreções na superfície, achou-se mais condizente considerá-lo pertencente a esta série, pois tais condições dificultam sobremaneira o aproveitamento dos seus recursos naturais (Tab. 5.XXV).

Desse modo, dentre as suas características analisadas, ratifica-se que a estrutura caracterizada pelo tipo granular juntamente com a baixa soma de bases trocáveis disponíveis, onde atinge valor não superior a 1,0 mE/100 g de solo, constituem-se nas características mais limitantes desse solo. Por outro lado, como menos limitantes aparecem a textura moderadamente pesada (franco-argilo-arenosa); ausência de horizontes salinos e/ou alcalinos ao longo do perfil; conteúdo de matéria orgânica superficial com 2,8%; moderadamente drenados; capacidade de troca catiônica em torno de 7,0 mE/100 g de solo; e profundidade efetiva com cerca de 60 cm. Apresenta ainda reação muito fortemente ácida no solo superficial (pH 4,2).

Portanto, dadas suas características, verifica-se que as terras desta unidade são suscetíveis de utilização com lavouras, porém com limitações muito severas quanto à escolha de culturas.

As terras desta unidade estão cobertas por uma vegetação caracterizada pela Savana Arbórea Densa, e, em maiores proporções, pela Savana Parque, que se apresenta com árvores esparsas sobre um tapete gramíneo-lenhoso.

Quanto à ocupação atual, verifica-se que a pecuária extensiva se constitui na principal atividade destas áreas.

### III. Unidade 314/cb

Acha-se representada, basicamente, por uma mancha que, em um prolongamento leste-oeste mais ou menos paralelo à franja litorânea, se estende significativamente em uma faixa contínua desde a margem esquerda do rio Aracatiaçu, CE, até às proximidades, cerca de 10 km, do núcleo urbano de Luiz Correia, PI, inclusive

abrangendo literalmente toda a sua área municipal. Abrange também cinco pequenas manchas separadas que por sua vez são cortadas por um sem-número de rios, dentre os quais o Aracati-Mirim, o Acaraú e o Coreaú surgem com maior destaque.

Climaticamente, esta unidade faz parte de uma única faixa com grau de restrição 300 na Folha ora em estudo. Das 40 estações pluviométricas consideradas nesta faixa, nenhuma apresenta variação significativa em relação a seus parâmetros representativos.

Pode-se afirmar, portanto, que climatologicamente esta faixa apresenta as seguintes características: temperatura média anual de 26,5°C, com máxima de 27,9°C, e mínima de 25,6°C; precipitação pluviométrica média anual com cerca de 1.200 mm, distribuídos praticamente no primeiro semestre do ano; evapotranspiração potencial média anual com cerca de 1.600 mm; durante os meses de julho a janeiro o solo se encontra com deficiência hídrica (750 mm), e de março a maio com excedente (300 mm); evapotranspiração real em torno de 900 mm anuais; e índice agroclimático com 62% (Tab. 5.XXV).

Do ponto de vista geomorfológico, esta unidade se encontra fazendo parte de superfícies tabulares erosivas e áreas de acumulação inundáveis, sujeitas a inundações periódicas. Suas declividades são inferiores a 5%, sendo conseqüentemente plenamente mecanizáveis.

Pedologicamente acha-se constituída pelo mesmo solo que apresenta a Unidade 214/cb, já descrita.

A cobertura florística desta unidade acha-se caracterizada por uma multiplicidade de unidades fisionômicas, onde aparecem a Estepe Arbórea Aberta (Caatinga) com palmeiras; Savana Arbórea Aberta (Cerrado), Contato Savana/Restinga e Contato Floresta Estacional/Restinga.

A ocupação agrícola se apresenta bastante intensificada, notadamente nas imediações dos municípios de Acaraú, Bela Cruz e setor leste do município de Camocim. Apesar de sua baixa fertilidade natural, se constitui na terceira maior área de concentração agrícola dentro da Folha SA.24 Fortaleza, muito embora o caráter itinerante.

Dessa forma, malgrado seja desenvolvida sem maior respaldo técnico-econômico, caracterizada por baixa produtividade, a agricultura chega a ser significativa, tanto pela variedade de culturas, como pela área ocupada. Dentre as culturas aí encontradas, de acordo com a maior dominância, aparecem: caju, mandioca, banana, coqueiro, algodão, milho, citros e manga; além das consorciações de mandioca x caju e mandioca x milho.

Da mesma forma a pecuária bovina desenvolvida extensivamente acha-se caracterizada por um baixo índice de apascentamento, onde o gado não recebe, em período algum, alimentação suplementar. Mesmo assim esta atividade é tão significativa na economia da área como a agricultura. Os plantéis bovinos são representados pelos mestiços azebuados, com destaque para o Nelore e o Gir. A pecuária caprina e ovina, desenvolvida dentro do mesmo diapasão da bovina, também se faz presente.

Esta unidade faz parte da Classe Mesater, em termos de área aparece como a mais extensa da Folha SA.24 Fortaleza e, conseqüentemente, de sua classe. Ocupa uma área de 4.776 km<sup>2</sup>, o que corresponde a cerca de 11% da área total da Folha em apreço, e 32% da referida classe.

## G) Série 324

### I. Unidade 324/ec

A única mancha representante desta unidade acha-se localizada na porção oeste da Folha, no Estado do Piauí, abrangendo áreas meridional e setentrional, respectivamente, dos municípios de Cocal e Piracuruca.

Climatologicamente faz parte da mesma faixa de clima que caracteriza a Unidade 314/cb e, geomorfológicamente, faz parte de superfícies pediplanadas e de formas tabulares, com declividades

variando entre 5 e 15%; são, por conseguinte, plenamente mecanizáveis.

Pedologicamente a unidade está representada pelos Solos Concrecionários que apresentam na sua estrutura, capacidade de troca de cátions e soma de bases trocáveis disponíveis, os fatores de maior limitação ao seu aproveitamento. Assim, de acordo com a análise efetuada, constata-se uma estrutura do tipo granular, além da capacidade de troca catiônica e soma de bases trocáveis atingindo valores de 3,5 e 2,0 mE/100 g de solo, respectivamente (Tab.5.XXV). As demais características inerentes a estes solos podem ser assim descritas: profundidade efetiva em torno de 80 cm; ausência de horizontes salinos e alcalinos ao longo do perfil; drenagem moderada; textura moderadamente leve (franco-arenosa), no solo superficial; conteúdo de matéria orgânica superior a 1%; e moderadamente ácidos no solo superficial (pH 5,7).

São ainda solos suscetíveis à erosão e que apresentam freqüentemente pedregosidade superficial e, muitas vezes, pequenas concreções ferruginosas disseminadas nos seus horizontes, que dificultam sobremaneira o uso de máquinas e implementos agrícolas.

Pelo exposto, apesar das boas características geomorfológicas, verifica-se que o aproveitamento das terras dessa unidade, de modo geral, está fortemente restringido pelas condições climáticas, caracterizadas por um considerável período de estiagem e, em maior grau, pelas pedológicas.

A unidade acha-se coberta por uma vegetação de Contato Estepe/Floresta Estacional e, em maiores proporções, pela Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado), que se apresenta formada de arvoretos de porte baixo (em torno de 5 m), bem espaçadas, cujas copas não se tocam. Esta unidade fisionômica apresenta um grande número de formas xeromórficas, com folhas coriáceas, troncos tortuosos e raízes tuberosas, representadas pelas espécies conhecidas vulgarmente como capitão-de-campo, sambaíba, paus-terra e piqui, dentre outras menos freqüentes.

A ocupação atual está determinada pela pecuária extensiva de livre pastoreio, enfrentando sérios problemas, haja vista o período de estiagem se prolongar por aproximadamente 6 meses, e o substrato gramíneo de baixíssimo apascentamento, mesmo na época chuvosa. A agricultura, caracterizada como de subsistência, é pouco difundida, pois até os pequenos cultivos comuns às outras áreas da Folha aqui são raramente encontrados.

### II. Unidade 324/eb

Está representada por uma mancha situada a oeste do núcleo urbano do município de Sobral, próximo ao sopé da serra da Meruoca; e duas outras mais ou menos contíguas, a leste da sede do município de Piracuruca, PI.

Climatologicamente faz parte da mesma faixa climática que caracterizou a unidade precedente (vide Unidade 314/cb).

Geomorfológicamente faz parte de superfícies pediplanadas, com declividade entre 5 e 15%, sendo plenamente mecanizáveis.

De acordo com as características físico-químicas analisadas, constata-se que nos seus solos a estrutura do tipo fraca pequena granular e a soma de bases trocáveis com valores inferiores a 4,0 mE/100 g de solo constituem-se nos fatores de maior limitação. Entretanto, vale a pena enfatizar que a profundidade efetiva dos solos integrantes desta unidade varia de 15 a 62 cm.

Por outro lado, possuem textura franca e franco-argilo-arenosa; conteúdo de matéria orgânica superior a 1,5%; ligeira acidez no solo superficial (pH 6,5) a fortemente ácido (pH 4,5); capacidade de troca catiônica de 5,0 a 7,0 mE/100 g de solo; drenagem moderada; e não apresentam problemas de salinidade nem alcalinidade ao longo do perfil (Tab. 5.XXV).

Embora as condições de relevo sejam favoráveis, o uso da mecanização agrícola não é uma prática fácil, de vez que seu solo, apesar de não possuir pedregosidade na superfície, tem exígua profundidade efetiva. Por outro lado, em algumas áreas, sobre-

TABELA 5.XXV  
Caracterização das unidades (Subclasse Mesater-por-solo)

UNIDADE	INDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluvial (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
114/de	98	<5	4,3	<4	Mal drenado	Maciça	Areia franca	21,8	18,7	20**	Franco-argilosa	Fraca, pequena, granular	>5	1.330	21,2	1.000	727
114/dc	98	<5	5,3	<4	Fortemente	Granular	Franco-arenosa	3,5	1,0	>200	Areia franca	"	1,6	1.330	21,2	1.000	727
124/de	98	5 a 15	4,3	<4	Mal drenado	Maciça	Areia franca	21,8	18,7	20**	Franco-argilosa	"	>5	1.330	21,2	1.000	727
124/cb	88	5 a 15	5,4	<4	Imperfeita	Blocos sub-angulares	Argilosa	2,7	0,7	>190	Areia franca	"	0,9	1.660	25,8	1.540	1.100
214/dc	82	<5	5,3	<4	Fortemente	Granular	Franco-arenosa	3,5	1,0	>200	"	"	1,6	1.200	22,3	1.136	727
214/ec	85	<5	4,3	<4	Acentuada	Maciça	"	2,5	1,2	>200	"	Pequena, blocos sub-angulares	1,4	1.635	25,7	1.546	1.068
214/cb	76	<5	5,4	<4	Imperfeita	Blocos sub-angulares	Argilosa	2,7	0,7	>190	"	Fraca, pequena, granular	0,9	1.400	25,7	1.520	980
214/bp	85	<5	5,5	<4	Acentuada	"	Franca	5,3	1,5	28	Franca	"	0,6	1.635	25,7	1.546	1.068
224/de	82	5 a 15	4,3	<4	Mal drenado	Maciça	Areia franca	21,8	18,7	20**	Franco-argilosa	"	>5	1.200	22,1	1.136	727
224/ec	80	5 a 15	5,1	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Franco-argilo-arenosa	3,5	2,0	78	Franco-arenosa	"	1,1	1.460	25,6	1.600	1.000
224/eb	80	5 a 15	5,7*	<4	"	"	Argilo-arenosa	7,2	0,5	62	Franco-argilo-arenosa	"	2,8	1.460	25,6	1.500	1.000
224/cb(1)	76	5 a 15	5,4	<4	Imperfeita	Blocos sub-angulares	Argilosa	2,7	0,7	>190	Areia franca	"	0,9	1.400	25,7	1.520	980
224/cb(2)	82	5 a 15	5,4	<4	"	"	"	2,7	0,7	>190	"	"	0,9	1.200	22,1	1.136	700
224/bp	80	5 a 15	5,5	<4	Acentuada	"	Franca	5,3	1,5	28	Franca	"	0,6	1.460	25,6	1.500	1.000
234/eb	80	15 a 25	5,8*	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Argilo-arenosa	7,2	0,5	62	Franco-argilo-arenosa	"	2,8	1.460	25,6	1.500	985
234/cb	80	15 a 25	5,6*	<4	"	Blocos sub-angulares	Franco-arenosa	3,5	2,0	48	Areia franca	Maciça	0,8	1.460	25,6	1.500	985
314/ec	62	<5	5,1	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Franco-argilo-arenosa	3,5	2,0	78	Franco-arenosa	Fraca, pequena, granular	1,1	1.200	26,5	1.600	900
314/eb	62	<5	5,8*	<4	"	"	Argilo-arenosa	7,2	0,5	62	Franco-argilo-arenosa	"	2,8	1.200	26,5	1.600	900
314/cb	62	<5	5,4	<4	Imperfeita	Blocos sub-angulares	Argilosa	2,7	0,7	>180	Areia franca	"	0,9	1.200	26,5	1.600	900
324/ec	62	5 a 15	5,1	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Franco-argilo-arenosa	3,5	2,0	78	Franco-arenosa	Fraca, pequena, granular	1,1	1.200	26,5	1.600	900
324/eb(1)	62	5 a 15	5,1	<4	"	"	Franca	5,3	3,3	15	Franca	"	1,5	1.200	26,5	1.600	900
324/eb(2)	62	5 a 15	5,8*	<4	"	"	Argilo-arenosa	7,2	0,5	62	Franco-argilo-arenosa	"	2,8	1.200	26,5	1.600	900
324/cb(1)	62	5 a 15	5,4	<4	Imperfeita	Blocos sub-angulares	Argilosa	2,7	0,7	>190	Areia franca	"	0,9	1.200	26,5	1.600	900
324/cb(2)	62	5 a 15	5,6*	<4	Moderada	"	Franco-arenosa	4,0	2,0	48	"	Maciça	0,8	1.200	26,5	1.600	900
334/cb	62	15 a 25	5,4	<4	Imperfeita	"	Argilosa	2,7	0,7	>190	"	Fraca, pequena, granular	0,9	1.200	26,5	1.600	900

Obs.: Os números (1) e (2) indicam que a mesma unidade está caracterizada com ligeiras variações segundo sua localização.

\* Embora a média geométrica esteja compreendida pelo intervalo preconizado para os solos de grau de restrição 003 foi considerado como grau de restrição 004 devido a presença significativa de pedregosidade superficial. \*\* Profundidade efetiva interrompida dada a presença de horizonte gleyzado.



tudo no Piauí, constata-se a presença de pedregosidade superficial, concorrendo para que esta prática, se efetivada, se torne por demais trabalhosa e sobretudo onerosa. Contudo, práticas outras, como o uso de fertilizantes, com a correção prévia da acidez; controle a erosão; escolha de culturas que proporcionem a cobertura do solo; e rotações, inclusive de gramíneas e leguminosas, são muito indicadas.

Quanto ao seu recobrimento florístico, acha-se caracterizada pela vegetação da Estepe Arbórea Aberta com palmeiras (Caatinga), Savana Parque, além de pequenas áreas com presença da Savana Arbórea Densa.

A ocupação atual está determinada basicamente pela pecuária extensiva de livre pastoreio, muito embora, no período chuvoso, a agricultura, notadamente na área próxima a Sobral, também apareça com real destaque.

### III. Unidade 324/cb

Está representada por um sem-número de manchas profusamente espargidas por toda a Folha em estudo. Assim, obedecendo à direção leste-oeste, elas aparecem fazendo parte dos seguintes municípios: Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Itapipoca, Morrinhos, Marco, Bela Cruz, Santana do Acaraú e Granja, todos no Estado do Ceará, além de Piracuruca, no Piauí.

Pertence à mesma faixa climática comentada na Unidade 314/cb; geomorfologicamente, porém, faz parte de superfícies pediplanadas elaboradas tanto na Superfície Sertaneja como no planalto da Ibiapaba, com declividades não superiores a 15 nem inferiores a 5%, sendo, por conseguinte, plenamente mecanizável. Todavia, embora não consideradas devido à escala de trabalho, juntamente a estas superfícies, também aparecem algumas formas de relevo convexas.

Pedologicamente e de acordo com a análise de suas características físico-químicas, constata-se que a capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis, com valores inferiores a 4,0 e 2,0 mE/100 g de solo, respectivamente, constituem-se nas características mais limitantes (Tab. 5.XXV).

As demais características podem ser assim resumidas: profundidade efetiva superior a 190 cm; drenagem imperfeita; ausência de horizonte salino e/ou alcalino ao longo do perfil; conteúdo de matéria orgânica em torno de 1,0%; textura leve (areia franca), no solo superficial; estrutura em blocos subangulares; e moderadamente ácido no solo superficial (pH 6,0). Porém, ressalva seja feita ao Solo Concrecionário, no que concerne às características incomuns, ou seja: profundidade efetiva em torno de 50 cm; drenagem moderada; e reação ligeiramente ácida no solo superficial (pH 6,5).

Esta unidade, sob o ponto de vista florístico, acha-se coberta predominantemente pela Estepe Arbórea Aberta com palmeiras, além da Estepe Arbórea Densa e Savana Arbórea Aberta.

A ocupação atual se apresenta bastante diversificada, haja vista as múltiplas localizações onde se acham as terras desta unidade. Mesmo assim, ratifica-se que a pecuária desenvolvida em sistema extensivo predomina sobre as demais atividades. A agricultura está representada pelo algodão-mocó, que normalmente aparece associado com culturas de subsistência como a mandioca, milho e às vezes o feijão. Por outro lado, o extrativismo da carnaúba (*Copernicia cerifera*) aparece formando o tripé básico da economia na região.

#### H) Série 334

##### I. Unidade 334/cb

Está representada por manchas espargidas no setor noroeste do Estado do Ceará situando-se às proximidades dos núcleos urbanos dos municípios de Granja, Martinópolis e Chaval.

Climatologicamente se apresenta sob influência das seguintes características: temperatura média anual de 26,5°C; precipitação

pluviométrica média anual em torno de 1.200 mm; deficiência hídrica durante os meses de julho a janeiro (750 mm) e excedente no trimestre março/maio (300 mm); índice agroclimático de 62%.

Geomorfologicamente faz parte de superfícies pediplanadas, formas tabulares e convexas, além das formas agudas, com declividade variando entre 15 e 25%. Desta forma, estas terras são ainda mecanizáveis, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa perda de potência.

Pedologicamente, e de acordo com a análise de suas características físico-químicas, constata-se que a capacidade de troca catiônica e a soma de bases trocáveis com valores de apenas 2,7 e cerca de 1,0 mE/100 g de solo, respectivamente, constituem-se nos fatores de maior limitação (Tab. 5.XXV).

Por outro lado, as demais características, menos limitantes à sua utilização, são assim resumidas: profundidade efetiva superior a 190 cm, considerando-se os horizontes A e B; drenagem imperfeita; textura leve (areia franca); estrutura formada por blocos subangulares; conteúdo de matéria orgânica em torno de 1%; ausência de horizonte salino e/ou alcalino ao longo do perfil; e reação moderadamente ácida no solo superficial com pH 6,0.

Entre os elementos de interação desta unidade, verifica-se que as condições pedológicas se apresentam como as mais limitantes. Assim, para o aproveitamento racional da agricultura, estes solos exigem, entre outras práticas, o aumento de sua fertilidade através de adubos e corretivos; cultivos em curva de nível; adição de matéria orgânica a fim de melhorar as condições físicas, evitando a lixiviação; rotação de culturas; e drenagem simples.

Por outro lado, as condições climáticas caracterizadas por uma relativa baixa pluviometria e período seco superior a 6 meses, ao lado da topografia, também restringem sobremaneira um aproveitamento mais diversificado dos recursos naturais dessas terras.

Esta unidade, sob o ponto de vista florístico, acha-se coberta por uma vegetação caracterizada pela Estepe Arbórea Aberta com palmeiras.

Estas áreas estão sendo ocupadas atualmente com pecuária desenvolvida em meio à vegetação da caatinga, onde o substrato gramíneo, durante considerável parte do ano, se apresenta totalmente seco. Por outro lado, e mesmo no período chuvoso, o apascentamento desta vegetação é baixíssimo. A agricultura é desenvolvida visando apenas ao auto-sustento, onde a mandioca e o milho são os principais produtos.

#### 5.1.2.4 — Classe Agroster

É a Classe Agroster a que maior área ocupa na Folha estudada. Com 16.523 km<sup>2</sup>, que correspondem a pouco menos de 39% da área total, está presente em todos os quadrantes do mapa.

Dentre as suas subclasses formadoras a Agroster-por-solo é a que cobre maior área, com 15.810 km<sup>2</sup>, a Agroster-por-clima possui uma área de 382 km<sup>2</sup> e a Agroster-por-relevo perfaz apenas 331 km<sup>2</sup>.

A Subclasse Agroster-por-clima é formada por apenas duas séries, a 522 e a 525; a Agroster-por-relevo também é formada por apenas duas séries: 355 e 455. Já a Agroster-por-solo é formada por 14 séries: 115, 135, 215, 225, 235, 245, 315, 325, 335, 345, 415, 425, 435 e 445.

As 18 séries acima enumeradas formam 42 unidades (Tab. 5.XXVI) que a seguir serão descritas.

##### 5.1.2.4.1 — Subclasse Agroster-por-clima

###### A) Série 522

###### I. Unidade 522/ep

Está representada por uma única mancha, contígua ao município de Irauçuba, mais propriamente ao sul de seu núcleo urbano.

Climatologicamente, encontra-se em áreas onde a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real representa

TABELA 5. XXVI  
Distribuição das unidades na Classe Agroster

CLASSE	SUBCLASSE	SERIE	UNIDADE	AREA (km <sup>2</sup> )
Agroster	Agroster-por-clima	522	522/ep	345
		525	525/eb	37
	Agroster-por-relevo	355	355/e	217
			355/ep	9
		455	455/e	105
	Agroster-por-solo	115	115/eb	21
			135	135/de
		215	215/de	2.253
			215/ec	154
			215/eb	520
		225	225/e	2
			225/de	250
			225/eb	416
			225/bp	508
		235	235/de	870
			235/db	10
			235/bp	12
		245	245/bp	9
		315	315/de	2.086
			315/dc	21
			315/db	31
			315/eb	797
			315/ep	20
		325	315/bp	153
			325/e	10
	325/de		303	
	325/eb		3.722	
	325/ec		87	
	325/ep		20	
	335	325/bp	28	
		335/de	226	
		335/dc	165	
335/eb		126		
335/ep		459		
345	335/bp	190		
	345/e	47		
415	345/bp	590		
	415/eb	403		
425	425/eb	1.104		
435	435/eb	83		
445	445/e	7		
	445/eb	55		

36% de sua correspondente evapotranspiração potencial. Dada a quantidade insuficiente de chuva durante todos os meses do ano, não conta com período de excedente hídrico durante o ano e, pelo contrário, registra deficiência hídrica em todos os meses com um déficit de 1.074 mm. A precipitação média anual é de 610 mm, e sua temperatura média anual de 26,9°C, registrando-se a mais alta temperatura em dezembro (27,9°C) e a mais amena em junho (25,8°C).

Ocorre sobre a Superfície Sertaneja apresentando topografia plana a suave ondulada, com declividade variando entre 5 e 15%.

Fazem parte dessa unidade solos de boas propriedades químicas, tendo como maiores obstáculos para o desenvolvimento agrícola sua estrutura prismática, sua profundidade efetiva (80 cm) e a ocorrência de pedregosidade por toda a área.

As demais características físico-químicas podem ser assim resumidas: não salinos nem alcalinos; textura moderadamente leve no horizonte superficial (franco-arenosa); valores moderadamente altos para a soma de bases trocáveis (17,5 mE/100 g de solo) e para a capacidade de troca catiônica (19,81 mE/100 g de solo); drenagem moderada e reação ligeiramente ácida no horizonte superficial (pH 6,3) e teor de matéria orgânica inferior a 2% (vide Tab. 5.XXVII).

Acha-se coberta por vegetação da Estepe Arbórea Aberta marcada pela constante interferência humana. Destacam-se nessa formação o angico, aroeira e pau-d'arco-amarelo (vide 4 — Vegetação).

Verificou-se na região uma pecuária extensiva em meio à vegetação e áreas esparsas de algodoieiro mocó.

#### B) Série 525

##### I. Unidade 525/eb

Está representada por uma única mancha, contígua ao município de Irauçuba, especificamente nas proximidades da localidade de Juá, distrito daquele município, na porção centro-sul da Folha.

Do ponto de vista climático e geomorfológico, a unidade ora analisada encontra-se sob o mesmo regime a que pertence também a Unidade 522/ep já descrita.

Difere, contudo, quanto aos aspectos pedológicos, fortemente limitada por sua estrutura do tipo maciça e por sua soma de bases trocáveis inferior a 4 mE/100 g de solo. Por outro lado, seu horizonte superficial moderadamente leve assenta diretamente sobre a rocha mãe, com não mais de 34 cm de profundidade efetiva. É bem drenado, não salino nem alcalino. Sua capacidade de troca catiônica é de 6,2 mE/100 g de solo; e seu teor de matéria orgânica inferior a 1%. Finalmente apresenta reação moderadamente ácida com pH 5,9 no horizonte superficial.

São solos caracteristicamente pedregosos e rochosos, aspectos esses que tornam válida a inclusão do referido solo no grau de restrição 005, muito embora o resultado da média geométrica dos fatores considerados (4,7) o tenha enquadrado no intervalo do grau 004 (4,0-5,5) (Tab. 5.XXVII).

Apesar de sua topografia suavemente ondulada, face à sua pedregosidade de difícil remoção, o uso de mecanização torna-se muito limitado.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta, com acentuado grau de interferência humana (vide 4 — Vegetação), que pouco a pouco está cedendo lugar à atividade pecuarista em caráter extensivo. Em escala reduzida, se faz notar o algodoieiro mocó.

##### 5.1.2.4.2 — Subclasse Agroster-por-relevo

#### A) Série 355

##### I. Unidade 355/e

Está representada por manchas isoladas, concentrando-se, sobretudo, ao norte da serra da Meruoca.

TABELA 5.XXVII  
Caracterização das unidades (Subclasse Agroster-por-clima)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
552/ep	36	5 a 15	7,3	<4	Moderada	Prismática, moderada	Muito argiloso	19,8	17,5	80	Franco-arenosa	Maciça	<2,0	610	26,9	1.684	610
525/eb	36	5 a 15	4,7*	4	Bem drenada	Maciça	Franco-argiloso-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	Maciça	<1,0	610	26,9	1.684	610

\* Solos considerados como de grau de restrição 005 devido a sua forte pedregosidade, embora a média geométrica de seus fatores os enquadre no grau de restrição 004.

Climatologicamente, encontra-se sob faixa de clima com grau de restrição 300, onde se constata temperaturas médias elevadas, irregular distribuição de chuvas e índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, faz parte das formas aguçadas com não menos de 40% e nem mais de 55% de declividade (Tab. 5.XXVIII), conseqüentemente, é praticamente impossível o uso de qualquer mecanização, inclusive com implementos de tração animal.

Pedologicamente, as restrições mais acentuadas estão dadas por sua estrutura maciça e por sua profundidade efetiva de 34 cm. Tem textura franco-arenosa no horizonte superficial (moderadamente leve); drenagem acentuada; valores compreendidos entre 4 e 8 mE/100 g de solo, tanto para sua soma de bases trocáveis como para sua capacidade de troca catiônica; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salino nem alcalino; matéria orgânica 1,5% e por fim reação moderadamente ácida no horizonte superficial com pH 6,0. Caracteriza-se ainda por sua pedregosidade com afloramentos rochosos, o que torna imperativo sua inclusão no grau de restrição 005 apesar da média geométrica de seus fatores (4,8) enquadrá-lo no intervalo do grau de restrição 004 (vide 5.1.1.4 — Metodologia).

A disposição do relevo muito acentuado, associado a um solo de difícil manejo, onde são comuns temperaturas elevadas e irregular distribuição de chuvas, limita profusamente um melhor aproveitamento dessas terras.

Recobre essas terras vegetação de Estepe Arbórea Aberta, parcialmente destruída pela ação do homem (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, pouco a pouco a vegetação natural está cedendo lugar à atividade agrícola, fazendo-se notar, principalmente, os cultivos de milho, mandioca e algodão, dispostos morro abaixo sem qualquer medida preventiva de conservação.

## II. Unidade 355/ep

Apenas uma única mancha representa esta unidade, encontrando-se a oeste do núcleo urbano do município do Moraújo.

Climatologicamente, encontra-se sob mesma faixa climática que caracteriza a Unidade 315/eb, onde se constata temperaturas médias elevadas, distribuição irregular de chuva e índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, encontra-se sobre *inselberg*, cuja declividade está compreendida entre 40 e 55%, por conseguinte não mecanizável.

Pedologicamente, esta unidade está fortemente limitada por sua estrutura maciça e por sua profundidade efetiva de 20 cm (Tab. 5.XXVIII). As demais características físico-químicas se apresentam desta maneira: textura franca no horizonte superficial (textura média); condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto não salino e não alcalino ao longo de todo o perfil; capacidade de troca catiônica e soma de bases trocáveis compreendidas entre 4 e 8 mE/100 g de solo; bem drenado; teor de matéria orgânica inferior a 1% e finalmente apresenta reação ligeiramente ácida no horizonte superficial com pH 6,5. Apresentam ainda pedregosidade e rochiosidade.

Como na unidade anterior, as terras dessa unidade não se prestam ao cultivo. São por demais íngremes e erodidas, o que justifica plenamente a exclusão de toda e qualquer atividade agrícola que implique no revolvimento da terra.

Essas terras encontram-se recobertas por vegetação de Estepe Arbórea Aberta com ocorrência de palmeiras (vide 4 — Vegetação), onde apenas se faz notar a atividade pecuarista em caráter extensivo, face às condições edafoclimáticas vigentes, associadas à disposição do relevo muito íngreme.

TABELA 5.XXVIII  
Caracterização das unidades (Subclasse Agroster-por-relevo)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
355/e	62	40 a 55	4,8*	<4	Acentuada	Maciça	Franco-arenosa	4,0-8,0	4,0-8,0	34	Franco-arenosa	Fraca, pequena, granular	1,5	1.177	26,5	1.629	877
355/ep	62	40 a 55	5,1*	<4	Bem drenado	"	Franca	4,0-8,0	4,0-8,0	20	Franca	Maciça	<1	1.177	26,5	1.629	877
455/e	49	40 a 55	4,8*	<4	Acentuada	"	Franco-arenosa	4,0-8,0	4,0-8,0	34	Franco-arenosa	Fraca, pequena, granular	1,5	855	27,1	1.714	812

\* Solos considerados como de grau de restrição 005 devido a sua forte pedregosidade, embora a média geométrica de seus fatores os enquadre no grau de restrição 004.

## B) Série 455

### I. Unidade 455/e

Localiza-se nas porções sudoeste e oeste do núcleo urbano do município de Iruaçu.

Climatologicamente, encontra-se sob faixa de clima com grau de restrição 400, e seus parâmetros podem ser assim resumidos: temperatura média anual de 27,1°C; precipitação média anual de 855 mm; período deficiente estendendo-se de agosto a janeiro; apenas um mês com excedente hídrico (março) e índice agroclimático de 49% (vide Unidade 445/e).

Geomorfologicamente, faz parte de formas aguçadas e de agrupamentos de *inselberg*, com declividade variando entre 40 e 55% (Tab. 5.XXVIII).

Pedologicamente, sua principal limitação está expressa pela sua estrutura maciça. Suas demais características físico-químicas, menos restritivas, são: profundidade efetiva de 34 cm; textura franco-arenosa (moderadamente leve) no horizonte superficial; drenagem acentuada; valores compreendidos entre 4 e 8 mE/100 g de solo, tanto para sua soma de bases trocáveis como para sua capacidade de troca catiônica; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salino e não alcalino; teor de matéria orgânica 1,5% e por fim reação moderadamente ácida no horizonte superficial com pH 6,0.

O solo é, também, pedregoso com afloramentos de rocha, o que limita profundamente sua capacidade de uso.

Por suas limitações de relevo, não são mecanizáveis, mesmo com implementos de tração animal. Por outro lado, estão sujeitas a processos erosivos contínuos.

Predomina sobre essas terras vegetação de Estepe Arbórea Aberta condicionada a uma vegetação constituída por árvores raquíticas e mirradas, entremeadas por cactáceas, destacando-se a do gênero *Pilosocereus* (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, essas terras de clima austero sustentam considerável contingente bovino. A agricultura praticamente inexistente, porém merece citação a cultura do algodão arbóreo que apesar de se encontrar esparsamente na área é de boa expressão.

#### 5.1.2.4.3 — Subclasse Agroster-por-solo

### A) Série 115

#### I. Unidade 115/eb

Está representada na porção leste da Folha próxima à cidade de Fortaleza, revelando boa aptidão para o desenvolvimento da pecuária extensiva.

Do ponto de vista climático, encontra-se sob faixa onde a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real está compreendida entre 87% (Fortaleza e Maracanaú) e 90% (Maranguape) de sua correspondente evapotranspiração potencial.

Naquela faixa climática a temperatura média anual apresenta a mínima de 25,6°C, em Maranguape e máxima de 25,8°C, em Fortaleza e Aquiraz. As precipitações médias anuais variam em torno de 1.694 mm e 1.631 mm, respectivamente em Aquiraz e Maracanaú. Conta ainda com um período de deficiência hídrica entre 4 e 5 meses, especificamente entre os meses de setembro e janeiro. Os meses excedentes se estendem de março a junho, com tendência a reduzir-se a 3 meses (março a maio) nos registros das estações localizadas em Pacatuba e Maranguape.

Geomorfologicamente, ocorre sob forma erosiva de superfície pediplanada, com declividade inferior ao limite metodológico pre-estabelecido (5%) (Tab. 5.XXIX).

Pedologicamente, acha-se fortemente limitada pela estrutura (colunar) do seu solo e por sua soma de bases trocáveis com valor inferior a 4 mE/100 g de solo. As demais características morfológicas, físicas e químicas do solo podem ser assim resumidas: imperfeitamente drenado, sujeito a grande encharcamento durante o

período chuvoso e de lenta permeabilidade nos seus horizontes subsuperficiais. Apresenta-se, por outro lado, extremamente ressecado e duro durante o período seco; moderadamente profundo, atingindo 80 cm, sendo, no entanto, interrompido aos 27 cm de sua profundidade, dada a presença de sais solúveis nos horizontes subsuperficiais com relação  $Mg^{++} + Na^+ > Ca^{++} + H^+$  e condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm. Por outro lado a relação  $Na^+ / T \times 100$  após os 42 cm é superior a 15%, com condições de alcalinidade. No horizonte A a textura é areia franca. Tem baixa potencialidade natural e conteúdo de matéria orgânica inferior a 1%. Apresenta-se com valor inferior a 4 mE/100 g de solo para sua capacidade total de troca catiônica e reação moderadamente ácida com pH 5,5 em seu horizonte superficial.

Em relação aos aspectos climáticos atuantes em área da referida unidade, apenas merecem algumas considerações os concernentes aos meses climaticamente secos (setembro a janeiro). Esse período, por apresentar deficiente distribuição de chuvas, não armazena no subsolo quantidade satisfatória de umidade, exigida pela grande maioria dos vegetais.

Além das alusões feitas anteriormente, vale lembrar sua condição de alcalinidade, sem problemas de drenagem como também o baixo teor de matéria orgânica e a pouca espessura potencialmente agriculturável. Em vista disso, na Unidade 115/eb não há vestígio de agricultura e não nos foi possível observar qualquer outra atividade além da pecuária.

### B) Série 135

#### I. Unidade 135/de

Esta unidade encontra-se na porção do litoral leste.

Climatologicamente, encontra-se em faixa de clima com grau de restrição 100, apresentando as seguintes ocorrências: temperatura média anual em torno de 25,8°C, registrando-se a mínima no mês de junho (24,9°C) e máxima no mês de dezembro (26,5°C); precipitação média anual de 1.663 mm, superior ao valor de EP (1.537 mm); período deficiente em torno de 4 meses (setembro a dezembro) somando um déficit de 436 mm; período excedente estendendo-se a 4 meses (março a junho) com acúmulo de 562 mm e finalmente apresenta índice agroclimático de 88%, o qual apresenta a umidade atmosférica vigente.

Geomorfologicamente, faz parte de depósitos de origem marinha (dunas), com declividade compreendida entre 15 e 25% (Tab. 5.XXIX).

Os solos apresentam a drenagem excessiva e a estrutura em forma de grão-simples, como as duas principais limitações ao uso mais racional dessas terras. Em menor grau de restrição apresentam ainda: textura arenosa no horizontal superficial (muito leve); condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salinos e não alcalinos; para sua soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica valor inferior a 4 mE/100 g de solo; teor de matéria orgânica inferior a 1% e apresenta reação muito fortemente ácida com (pH 4,7) em seu horizonte superficial, dadas as condições de drenagem que apresenta.

A vegetação de Restinga Arbustiva, entremeadada à vegetação de Mangue (vide 4 — Vegetação), em alguns trechos cede lugar à fruticultura regional, destacando-se o caju, coco e manga, como principais produtos. No restante da área, correspondendo aos declives mais acentuados repousa a vegetação natural.

### C) Série 215

#### I. Unidade 215/de

Está distribuída pela faixa litorânea, porção ocidental, como concentrações ao norte e ainda a sotavento da serra da Ibiapaba.

Climatologicamente, ocorre em duas zonas climáticas: a do litoral nordeste e porção ocidental e a do Complexo da Ibiapaba. Na primeira, a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real está compreendida entre 72% (Gijoca e São Gonçalo do



Amarante) e 85% (Luiz Correia e Buriti dos Lopes) de sua correspondente evapotranspiração potencial. Conta aproximadamente com um período de deficiência hídrica entre 5 a 6 meses (agosto a janeiro) e um de excesso com 3 a 4 meses, estendendo-se de março a junho. A temperatura média anual oscila entre a mínima de 24,6°C, em Trapiá e Cocal, e máxima de 26,0°C, em Gijoca, Mundaú, Icarai e Luiz Correia. A máxima precipitação média anual registra-se na estação de Luiz Correia com uma ocorrência de 1.799 mm anuais e a mínima nos registros da estação de Amontada com 1.230 mm anuais.

A segunda, favorecida pelo clima de altitude, tem como referência apenas a estação de Viçosa do Ceará localizada no município do mesmo nome, a 685 m de altitude. Comparando-a com a faixa anteriormente analisada, vê-se que a diferença entre elas respalda-se unicamente na temperatura média anual que favorecida pela altitude não ultrapassa os 22,1°C, com máxima no mês de janeiro (23,4°C) e mínima no mês de julho (21,2°C). Seu índice agroclimático gira em torno de 82%, conseqüentemente, a evaporação se processa mais lentamente, havendo mais disponibilidade de umidade na camada do solo ocupada pelas raízes das plantas.

Do ponto de vista geomorfológico, faz parte de superfícies planas e suave onduladas que ocorrem sobre superfície tabular estrutural, superfície pediplanada elaborada por processos de pediplanação e em forma tabular, com uma declividade de até 5%, portanto, perfeitamente mecanizáveis e livres de processos erosivos acetuados.

As maiores limitações de seus solos estão dadas por sua excessiva drenagem e sua estrutura em grãos simples que impedem uma boa retenção de umidade. Além desses, três outros fatores podem ser citados como restritivos: sua capacidade de troca catiônica, sua quase inexistente soma de bases trocáveis e sua textura do horizonte A (Tab. 5.XXIX).

A vegetação de caatinga ora arbustiva, ora arbórea, entremeada por palmeiras (vide 4 — Vegetação), pouco a pouco vai cedendo lugar à atividade agropecuária. A zona litorânea abriga uma pecuária extensiva associada a uma atividade agrícola, muito embora apenas de subsistência, prevalecendo os cultivos de mandioca e milho e, em segundo plano, a fruticultura regional tendo no caju e no coco os principais produtos.

## II. Unidade 215/ec

Encontra-se na porção do litoral nordeste, especificamente nos vales dos rios Mundaú e Trairi.

Climatologicamente, apresenta índice agroclimático de 76% e conta, em média, com 6 meses de déficit hídrico (agosto a janeiro) com carência de 551 mm, e apenas 3 meses com excesso (março a maio) com acúmulo de 413 mm. A média anual de temperatura não ultrapassa os 25,7°C, com máxima nos meses de janeiro e dezembro (26,4°C) e mínima no mês de julho (24,7°C). As maiores precipitações ocorrem nos primeiros meses do ano, coincidindo com o período excedente; sua média anual é de 1.389 mm.

Do ponto de vista geomorfológico, faz parte das formas erosivas de superfície pediplanada e das formas de dissecação tabular, com declividades inferiores a 5%.

Pedologicamente, apresenta-se fortemente limitada pela estrutura maciça de seu solo e sua capacidade de troca catiônica (inferior a 4 mE/100 g de solo), assim como pela textura do horizonte A e sua soma de bases trocáveis.

Seu solo apresenta-se com profundidade efetiva em torno dos 51 cm. A textura do horizonte A (muito leve) é composta por areia; pobre em macro e micronutrientes, tem baixa fertilidade natural e teor de matéria orgânica inferior a 1%; a drenagem é moderada; não apresenta problemas de sais solúveis ao longo de todo o perfil (C.E. menor que 4 mmhos/cm); sua soma de bases trocáveis apresenta-se com valor inferior a 4 mE/100 g de solo e finalmente reação fortemente ácida (pH 4,9) em seu horizonte superficial (Tab. 5.XXIX).

Esta unidade apresenta ainda topografia plana a suave ondulada, sujeita a erosão de tipo laminar ligeira e ausência de pedregosidade. Por conseguinte, é mecanizável sem restrição. Atualmente, está sendo aproveitada com cultivo de feijão, na época da estiagem, em regime unicamente de subsistência.

## III. Unidade 215/eb

Encontra-se na porção mais ocidental da Folha, nos vales úmidos dos rios Cruxati e Mundaú, na porção nordeste, como também na porção mais leste da referida Folha. As manchas mais representativas alocam-se entre as embocaduras do rio Parnaíba, na porção ocidental-norte, e às margens do rio Longá, afluente daquele rio pela margem direita.

Climatologicamente essa manchas encontram-se sob duas faixas de clima com grau de restrição 200, a que se estende pelo litoral nordeste e a que se prolonga de norte a sul na porção ocidental da Folha. Serão, contudo, analisadas concomitantemente, tendo-se em vista a grande similaridade entre elas. Seus valores podem ser assim resumidos: a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real está compreendida entre 72% (Gijoca e São Gonçalo do Amarante) e 85% (Luiz Correia e Buriti dos Lopes) de sua correspondente evapotranspiração potencial. Conta, aproximadamente, com um período de deficiência hídrica entre 5 e 6 meses (agosto a janeiro), e com um período excedente de 3 meses (março a maio), no entanto, no registro de 3 estações esse período se estende a 4 meses, como em Buriti dos Lopes e Trairi (março a junho) e Luiz Correia (fevereiro a maio). A temperatura média anual oscila entre a mínima de 24,6°C, em Trapiá e Cocal, e máxima de 26,0°C em Gijoca, Mundaú, Icarai e Luiz Correia. A máxima precipitação média anual registra-se na estação de Luiz Correia (1.779 mm) e a mínima em Amontada (1.230 mm).

Geomorfológicamente fazem parte das planícies fluviais dos rios Parnaíba e Longá, como também das formas de acumulação sob áreas aplainadas, sujeitas a período inundáveis, com não mais de 5% de declividade.

Do ponto de vista pedológico, suas principais limitações dizem respeito a sua estrutura colunar e/ou prismática forte e sua soma de bases trocáveis inferior a 5,8 mE/100 g e, com mais frequência, inferior a 4 mE/100 g de solo (Tab. 5.XXIX).

As demais características morfológicas, físicas e químicas dos solos da Unidade 215/eb podem ser assim resumidas: são relativamente rasos, não atingindo além dos 75 cm de profundidade. No entanto, face à ocorrência de sais solúveis em seus horizontes subsuperficiais, têm sua profundidade efetiva interrompida em torno dos 30 cm onde a soma de  $Mg^{++} + Na^+$  é superior a  $Ca^{++} + H^+$ , com tendência a alcalinidade. Por outro lado, não são salinos, pois sua condutividade elétrica é sempre inferior a 4 mmhos/cm, valor que se observa ao longo de todo o perfil. Sua textura é areia e/ou areia franca nos horizontes superficiais e apresentam problemas de encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento durante os meses deficientes. São de baixa fertilidade natural com teor de matéria orgânica inferior a 2%. A capacidade de troca catiônica desses solos está compreendida entre valores de 4 e 8,9 mE/100 g de solo. Apresentam reação fortemente a moderadamente ácida com valores de pH variando entre 5,1 e 5,7.

O clima é favorável, porém são os aspectos pedológicos que limitam sua capacidade de uso. Atenção maior merecem as áreas que se encontram na confluência do rio Parnaíba com seu afluente Longá pela margem direita, oriundo do sertão semi-árido. Nessa região vem se desenvolvendo por ocasião do abaixamento das águas (agosto a dezembro) uma intensa atividade agrícola com cultivos de arroz e em menor escala milho, feijão e mandioca, beneficiados pela atuação da Emater, PI.

Mais a montante, como também nas demais manchas da Unidade 215/eb, prevalece a pecuária extensiva em meio à vegetação natural associada à prática do extrativismo da carnaúba.

## D) Série 225

### I. Unidade 225/e

Está representada por uma única mancha na porção leste da Folha em apreço, especificamente no município de Caucaia a noroeste de seu núcleo urbano.

Climatologicamente, encontra-se na mesma faixa climática — grau de restrição 200 — da Unidade 225/de.

Geomorfologicamente, ocorre sobre áreas pediplanadas da Superfície Sertaneja com declividade compreendida entre 5 e 15% (Tab. 5.XXIX).

Pedologicamente, a Unidade 225/e encontra-se sobre Solo Litólico eutrófico com ocorrência de pedregosidade e rochiosidade no perfil.

Dentre suas características físico-químicas, a estrutura do tipo maciça apresenta-se como maior limitante a seu uso. Por outro lado, os diversos obstáculos existentes na superfície e a grande proximidade da rocha matriz dificultam sobremaneira seu manejo. As demais características morfológicas, físicas e químicas podem ser assim resumidas: sua profundidade efetiva não ultrapassa os 34 cm; a textura apresenta-se moderadamente leve no horizonte superficial (franco-arenosa); é acentuadamente drenado; teor da matéria orgânica 1,5%; não é salino (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e nem alcalino ao longo de todo o perfil; a soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam valores entre 4 e 8 mE/100 g de solo, finalmente apresenta reação ligeiramente ácida no horizonte superficial com pH 6,0.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta com presença de palmeiras, destacando-se a carnaubeira dentre outras espécies existentes (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, essas terras estão sendo dedicadas à atividade pecuarista em caráter extensivo associada à prática do extrativismo da carnaúba.

### II. Unidade 225/de

Está representada por duas únicas manchas na porção leste da Folha, sendo que a maior delas encontra-se fazendo parte do município de Paracuru, ao sul de seu núcleo urbano e a outra do município de Aquiraz a sudeste de sua sede.

Climatologicamente, encontra-se com índice agroclimático de 76% e conta em média com 6 meses deficientes (agosto a janeiro), somando um déficit de 551 mm para apenas 3 meses excedentes (março a maio) com acúmulo de 413 mm, com média anual da precipitação pluviométrica em torno de 1.389 mm. A média anual da temperatura não ultrapassa os 25,7°C, com máxima nos meses de janeiro e dezembro (26,4°C) e mínima no mês de julho (24,7°C).

Do ponto de vista geomorfológico, ocorre em áreas pediplanadas da Superfície Sertaneja e sobre os depósitos de origem marinha (dunas), com não menos de 5 e nem mais de 15% de declividade, portanto, mecanizáveis, sujeitas, porém, a erosão laminar.

De acordo com suas análises físico-químicas, seus solos encontram-se fortemente limitados pela drenagem que apresentam e pela sua estrutura. A drenagem se processa muito rapidamente desprovendo o solo de umidade necessária ao desenvolvimento das raízes dos vegetais (drenagem excessiva), conseqüência de sua estrutura em grãos simples. Vale salientar, ainda, que a capacidade de troca catiônica bem como sua baixa soma de bases trocáveis e a textura são fatores que restringem profusamente o uso mais racional dessas terras (Tab. 5.XXIX). Na verdade, trata-se de solos química e mineralogicamente pobres e que dificilmente sustentam de forma permanente qualquer atividade agrícola.

Recobre essas terras vegetação de Restinga Arbustiva, exclusiva das áreas de influência marinha, se apresentando ora densa, ora aberta, sobre um substrato gramíneo rarefeito (vide 4 — Vegetação).

A ocupação atual dessas terras é bem precária onde se percebe uma pecuária ultra-extensiva utilizando a própria vegetação como

área de pastagem associada a uma agricultura de subsistência muito rarefeita. Os cajueiros e coqueiros nativos são também comuns na paisagem. Salienta-se, todavia, que quanto mais próximo do mar mais rarefeita a ocupação, chegando mesmo a desaparecer, prevalecendo a vegetação natural da restinga.

### III. Unidade 225/eb

Encontra-se esparsamente distribuída pelas porções leste e oeste da Folha em estudo, concentrando-se, sobretudo, no município de Caucaia. Ocorre ainda contiguamente ao município de Maranguape, a sudoeste de sua sede, a norte do núcleo urbano do município de Viçosa do Ceará e a nordeste do de Cocal, PI.

Climatologicamente, se apresenta sob regime de duas faixas climáticas: a do litoral nordeste e porção ocidental; e a do Complexo da Ibiapaba, que sem dúvida representam a contento a situação climática vigente (vide Unidade 215/de).

Do ponto de vista geomorfológico, encontra-se sob superfície pediplanada do Planalto da Ibiapaba e da Superfície Sertaneja, com declividade compreendida entre 5 e 15%.

Do ponto de vista pedológico, a Unidade 225/eb encontra-se sobre Solos Litólicos eutróficos e Planossolo Solódico. Vale ressaltar que a inclusão dos Solos Litólicos no grau de restrição 005 deu-se, unicamente, pela presença de pedregosidade e rochiosidade ao longo de seu perfil. Dentre suas características físico-químicas apresentam como principais limitações a estrutura e a baixa soma de suas bases trocáveis. A estrutura apresenta-se em forma maciça (Solo Litólico), colunar e prismática forte (Planossolo Solódico) e para suas bases trocáveis valor inferior a 5,8 mE/100 g de solo (Tab. 5.XXIX). Apresentam ainda profundidade efetiva em torno dos 34 cm; textura muito leve a moderadamente leve no horizonte superficial (areia, areia franca, franco-arenosa); drenagem imperfeita quando são Planossolos e boa quando Litólicos; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salinos, no entanto, os Planossolos possuem a partir do horizonte B 21 relativo teor de sais solúveis com relação  $Mg^{++} + Na^+ > Ca^{++} + H^+$ . Apresentam ainda uma capacidade de troca catiônica inferior a 8,9 mE/100 g de solo e teor de matéria orgânica inferior a 2%. São fortemente ácidos a moderadamente ácidos com pH 5,1 e 5,9.

Os solos apresentam em geral suaves ondulações, sendo ainda plenamente mecanizáveis, embora nos terrenos pedregosos a mecanização seja quase impraticável.

Pelo exposto, terras dessa unidade apresentam condições satisfatórias no tocante aos aspectos topográficos e climáticos, apesar da irregular distribuição de chuvas que acarreta a essas áreas período superior a 5 meses secos, recaindo sobre os aspectos pedológicos as principais limitações.

Recobre estas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta com e sem presença de palmeiras e Estepe Arbórea Densa com porte bastante elevado e um grau de interferência humana quase nulo, observado, especialmente, na mancha a nordeste do núcleo urbano de Cocal, nas proximidades da serra dos Tucuns (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, são destinadas ao criatório extensivo na sua totalidade, associado à prática extrativa dos carnaubais nativos em grande abundância nas manchas que ocupam a porção leste da Folha em apreço.

### IV. Unidade 225/bp

Encontra-se representada na porção mais ocidental da Folha, especificamente no setor centro-sul, concentrando-se, sobretudo, no município de Piracuruca, PI.

Apresenta índice agroclimático de 80% e conta em média com 5 meses deficientes (agosto a dezembro) com déficit de 517 mm, para apenas 3 meses excedentes (março a maio) com acúmulo de 479 mm. A média anual da temperatura não ultrapassa os 25,6°C, com máxima nos meses de janeiro e dezembro (26,3°C) e mínima

no mês de julho (24,7°C). As maiores precipitações ocorrem nos primeiros meses do ano, coincidindo com o período excedente; a média anual da precipitação gira em torno de 1.464 mm.

Geomorfologicamente, encontra-se fazendo parte de superfície pediplanada do planalto da Ibiapaba. Apresenta topografia suave ondulada, com não menos de 5% e não mais de 15% de declividade.

Pedologicamente, está limitada, sobretudo, por sua soma de bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) e sua pouca profundidade efetiva (28 cm). Vale salientar, contudo, que a ocorrência de pedregosidade e rochiosidade no referido perfil o incluíram no grau de restrição 005, muito embora a média geométrica de seus fatores (5,5) o enquadrasse perfeitamente no grau de restrição 004 (4,0-5,5). Por este motivo o uso de maquinaria agrícola torna-se difícil apesar das condições topográficas satisfatórias.

Caracteriza-se ainda por seu horizonte superficial repousar diretamente sobre a rocha e por apresentar textura franca no horizonte superficial (textura média); estrutura em blocos subangulares; drenagem acentuada; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salino e não alcalino; capacidade de troca catiônica entre 4 e 8 mE/100 g de solo; matéria orgânica inferior a 1%; e finalmente reação fortemente ácida em seu horizonte superficial (pH 5,2), dadas as condições de drenagem que apresenta. Note-se, entretanto, que uma única mancha, alocada a nordeste do núcleo urbano do município do Cocal, difere das demais unicamente pelo caráter álico do solo, onde o alumínio trocável ( $Al^{+++}$ ) aparece mais elevado (Tab. 5.XXIX).

De acordo com o exposto, as maiores restrições dizem respeito ao fator solo, já que o relevo e o clima se comportam de maneira satisfatória.

Apresenta uma vegetação de contato entre Savana/Estepe/Floresta Estacional (vide 4 — Vegetação). Esta forma ecotonal, hoje já bastante descaracterizada pela grande intervenção humana, pouco a pouco está cedendo lugar a práticas agrícolas e campos para pecuária.

Percebe-se atualmente na área domínio exclusivo da pecuária, muito embora, em caráter extensivo, associada aos cultivos da mandioca e milho, principalmente.

## E) Série 235

### I. Unidade 235/de

Esta unidade concentra-se na zona litorânea, estendendo-se da porção leste à porção oeste, ocupando áreas do litoral cearense, piauiense e maranhense, com pequenas interrupções a leste e a norte do litoral.

Climatologicamente encontra-se sob duas faixas de clima com grau de restrição 200, a que se estende pelo litoral nordeste e a que se prolonga de norte a sul na porção ocidental da Folha. Serão, contudo, analisadas concomitantemente, tendo-se em vista a grande similaridade entre uma e outra. Seus valores podem ser assim resumidos: a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real está compreendida entre 72% (Gijoca e São Gonçalo do Amarante) e 85% (Luiz Correia e Buriti dos Lopes) de sua correspondente evapotranspiração potencial. Conta aproximadamente com um período de deficiência hídrica entre 5 e 6 meses (agosto a janeiro). O período de excesso é de 3 meses (março a maio), apesar de, no registro de 3 estações, esse período se estender a 4 meses, como em Buriti dos Lopes (março a junho), Luiz Correia (fevereiro a maio) e Trairi (março a junho). A temperatura média anual oscila entre a mínima de 24,6°C, em Trapiá e Cocal, e máxima de 26,0°C, em Gijoca, Mundaú, Icarai e Luiz Correia. A máxima precipitação média anual registra-se na estação de Luiz Correia com uma ocorrência de 1.799 mm anuais e mínima nos registros da estação de Amontada com 1.230 mm anuais.

Geomorfologicamente, faz parte de depósitos de origem marinha (dunas), com declividade entre 15 e 25%.

Pedologicamente, dominam as Areias Quartzosas Marinhas distróficas, com problemas de drenagem excessiva e estrutura em forma de grãos simples (Tab. 5.XXIX).

Recobre essas terras vegetação da Restinga Arbustiva ora densa ora aberta com algumas inclusões de Restinga Herbácea, esta característica das áreas mais próximas do mar, destacando-se entre outras as seguintes espécies: salsa-da-praia, brejo-da-praia, capim-da-praia etc. (vide 4 — Vegetação).

De um modo geral dominam na paisagem dunas recobertas por vegetação, sendo, na grande maioria, não consolidadas. É quase inexistente a atividade agropecuária na área, registrando-se apenas pequena ocorrência de algumas culturas de subsistência e frutos regionais, tais como o coco e o caju, especificamente na porção do litoral nordeste.

### II. Unidade 235/db

Apenas uma única mancha representa esta unidade, localizada ao norte da serra da Ibiapaba, limite entre os municípios de Viçosa do Ceará e Granja.

A faixa de clima que caracteriza esta unidade encontra-se representada pela estação de Viçosa do Ceará, a 685 m de altitude, localizada no município de mesmo nome com temperatura média anual em torno de 22,1°C, com máxima no mês de janeiro (23,4°C) e mínima no mês de julho (21,2°C); precipitação média anual de 1.200 mm, irregularmente distribuída, porém suficiente para manter a vegetação verde e turgescente durante o ano. As maiores precipitações ocorrem nos primeiros meses do ano, coincidindo com o período excedente (fevereiro a maio). Os meses deficientes se estendem de agosto a dezembro com déficit de 409 mm anuais e com índice agroclimático de 82% (Tab. 5.XXIX).

Geomorfologicamente, faz parte das formas aguçadas de dissecação, com não menos de 15% e nem mais de 25% de declividade, sem contudo serem mecanizáveis, devido a sua alta pedregosidade.

Da análise físico-química de seus fatores, destacam-se como mais limitantes a drenagem (fortemente drenado) e o baixo valor de suas bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo), além da profundidade efetiva (20 cm).

Outras características, menos limitantes, podem ser assim resumidas: textura moderadamente leve no horizonte superficial (franco-arenosa) e estrutura em blocos subangulares, não salino (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) nem alcalino ao longo de todo o perfil; capacidade de troca catiônica compreendida entre 4 e 8 mE/100 g de solo e, finalmente, teor de matéria orgânica inferior a 2% e reação fortemente ácida (pH 4,9), dadas as condições de drenagem que apresenta.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta (vide 4 — Vegetação) em meio da qual instala-se uma pecuária muito extensiva.

### III. Unidade 235/bp

Encontra-se representada por uma única mancha na porção mais ocidental da Folha, limite entre os municípios de Piracuruca e Buriti dos Lopes.

Apresenta similaridade com a Unidade 225/bp, diferindo, unicamente, quanto à situação topográfica, pois enquanto a referida unidade encontra-se sob superfície pediplanada, com declividade variando entre 5 e 15%, esta faz parte da mesma superfície geomorfológica, porém com declividade entre 15 e 25% (Tab. 5.XXIX).

Os aspectos do clima também poderão ser consultados na Unidade 225/bp, onde as principais características climáticas atinentes a essa faixa de clima encontram-se analisadas.

Recobre essas terras vegetação de contato entre Savana/Estepe/Floresta Estacional, hoje já bastante descaracterizada, face à grande penetração do homem (vide 4 — Vegetação).

O uso atual dessas terras está restrito à pecuária extensiva, e ocorrências esparsas de cultivos de subsistência, destacando-se a mandioca e o milho, principalmente.

## F) Série 245

### I. Unidade 245/bp

Está representada por uma única mancha na porção mais ocidental da Folha, fazendo parte do município de Parnaíba, ao sul de seu núcleo urbano, limite com o município de Cocal, PI.

Climatologicamente, caracteriza-se por apresentar os seguintes registros: temperatura média anual de 25,6°C, com máxima nos meses de janeiro e dezembro (26,3°C), e mínima em julho (24,7°C); precipitação média anual de 1.464 mm, inferior ao valor da EP (1.502 mm), com maiores ocorrências em março, abril e maio, coincidindo com o período excedente; período deficiente estendendo-se a 5 meses, iniciando-se em agosto até meados de dezembro, com déficit de 517 mm. E finalmente encontra-se sob um índice agroclimático de 80% (Tab. 5.XXIX).

Geomorfologicamente, faz parte das formas aguçadas com não menos de 25 nem mais de 40% de declividade. Face à inclinação bastante acentuada do terreno, essas terras não se prestam ao uso de tratorização, no entanto, implementos a tração animal ainda são admissíveis. Todavia, nas áreas de alta pedregosidade na superfície fica extremamente restrito o uso de qualquer tipo de máquina, inclusive os implementos de tração animal.

Pedologicamente, constata-se duas fortes limitações ao uso dessas terras, expressas por sua baixa soma de bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) e sua pequena profundidade efetiva (28 cm).

Representa esta unidade Solo Litólico distrófico, com sequência de horizontes AC, onde o horizonte A repousa diretamente sobre a rocha matriz; textura franca no horizonte superficial (textura média); estrutura em blocos subangulares, drenagem acentuada; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salino e não alcalino; capacidade de troca catiônica entre 4 e 8 mE/100 g de solo, baixa fertilidade natural e, finalmente, reação fortemente ácida em seu horizonte superficial (pH 6,2), dadas as condições de drenagem que apresenta. Note-se, entretanto, que a ocorrência de pedregosidade e rochosidade no referido perfil o incluiu no grau de restrição 005, muito embora seu índice pedológico (5,5) o enquadrasse perfeitamente no grau de restrição 004 (4,0-5,5).

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Densa com grau de interferência humana não muito acentuado, face à disposição do relevo. Destacam-se nesta subformação o angico, a aroeira e o pau-d'arco-amarelo (vide 4 — Vegetação). A atuação do homem nessas terras restringe-se à exploração de árvores de alto valor econômico destinadas exclusivamente ao atendimento local. Há vestígios ainda de pecuária extensiva em meio a densa vegetação.

## G) Série 315

### I. Unidade 315/de

Se encontra distribuída na porção oeste do planalto da Ibiapaba, no limite dos Estados do Ceará e Piauí, e ao norte da Folha, contígua aos municípios de Acaraú, Camocim e Parnaíba.

Climatologicamente, acha-se sob influência de um clima assim caracterizado: precipitação média anual de 1.177 mm, inferior ao valor da evapotranspiração potencial (1.629 mm); temperatura média anual de 26,5°C, sendo a máxima em novembro (27,9°C) e a mínima em junho e julho (25,6°C); período excedente de março a maio com um total de 300 mm e déficit hídrico que se inicia em julho estendendo-se a janeiro, com carência de 877 mm. Finalmente, encontram-se em faixa climática onde a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real representa 62% de sua correspondente evapotranspiração potencial (Tab. 5.XXIX).

Do ponto de vista geomorfológico, faz parte de superfícies planas a suave onduladas e ocorrem sob as mesmas formas geomorfológicas que caracterizam a unidade 215/de já descrita. Estão sujeitas a uma declividade máxima de 5%, perfeitamente mecanizáveis e livres de processos erosivos acentuados.

Do ponto de vista pedológico, apresenta as mesmas características que as da Unidade 215/de já descrita. Assim as características físico-químicas daquela unidade servem perfeitamente para caracterizá-la, já que os mesmos grupos de solos se repetem (vide Unidade 215/de).

Recobre esta unidade vegetação da Estepe Arbórea Aberta com presença de palmeiras e vegetação de Restinga Arbustiva, além dos Contatos Savana/Floresta Estacional, Savana/Restinga e Savana/Estepe (vide 4 — Vegetação), com trechos já bastante descharacterizados, dada a grande intervenção do homem na área.

Atualmente, nessas terras arenosas e de baixa fertilidade natural instala-se uma atividade agropecuária que pouco a pouco vai tornando-se significativa, principalmente no setor norte que envolve o município de Acaraú, onde uma intensa atividade agrícola se desenvolve, muito embora ainda dentro dos moldes rudimentares. Nesse trecho, principalmente, a atividade agrícola se sobrepõe à atividade pecuarista, porém é no setor oeste do Planalto da Ibiapaba que a atividade pecuarista tem mais expressão. A criação, no entanto, se faz à solta em sistema extensivo. São comuns também alguns roçados separados por cercas, onde uma rarefeita agricultura de subsistência se desenvolve. De um modo geral observaram-se na área culturas de milho e mandioca e mais o feijão e batata na área do litoral, como também frutas regionais em escala considerável, tendo no caju e coco os principais produtos.

### II. Unidade 315/dc

Está representada por uma única mancha na porção noroeste da Folha, contígua ao núcleo urbano do município de Chaval.

Pertence à mesma faixa climática da unidade anterior, onde se registram temperaturas médias elevadas (26,5°C), irregular distribuição de chuvas e índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/de).

Geomorfologicamente, faz parte de superfície tabular das formas de dissecação, com declividade inferior a 5% (Tab. 5.XXIX).

Do ponto de vista pedológico, vale ressaltar que, de acordo com as características do perfil observadas em campo — pedregosidade e rochosidade —, foi considerado como de grau de restrição 005, muito embora a média geométrica de seus fatores (4,8) o enquadrasse perfeitamente no grau de restrição 004 (vide metodologia).

Da análise físico-química do referido solo, assinalam-se como as características mais limitantes o tipo de drenagem (fortemente drenado) e sua capacidade de troca catiônica (inferior a 4 mE/100 g de solo), seguidas de sua soma de bases trocáveis.

Com menor grau de restrição apresenta ainda: pouca profundidade efetiva (37 cm), assentada diretamente sobre a rocha matriz; textura do horizonte superficial areia franca (textura leve); estrutura em blocos subangulares; ao longo de todo o perfil não apresenta problemas relacionados a sais solúveis, portanto, não é salino (C.E. menor que 4 mmhos/cm), e nem alcalino; apresenta reação ligeiramente ácida no horizonte superficial (pH 6,1); e baixo teor de matéria orgânica (inferior a 2%).

Apesar de sua topografia suave ondulada com moderada tendência à erosão, esses solos são dificilmente mecanizáveis devido a sua pedregosidade.

Está recoberta por vegetação de Estepe Arbórea Aberta entremeadada por palmeiras, condicionada a uma vegetação constituída por árvores raquíticas e algumas cactáceas. No período menos austero há a formação de densa cobertura herbácea onde predomina o capim-panasco. Destacam-se entre outras as seguintes espécies: jurema, pereiro, catingueira e a cactácea xique-xique (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, essas terras estão ocupadas por pecuária muito extensiva e rarefeita, dadas as condições alimentícias muito precárias, principalmente durante o período seco.



### III. Unidade 315/db

Encontra-se representada por duas pequenas manchas, sendo que a maior delas aloca-se na superfície mais plana da serra da Ubatuba, a sudoeste do município de Granja, e a outra nas proximidades, limite com o município de Viçosa do Ceará.

Climatologicamente, encontra-se sob faixa de clima com grau de restrição 300 regida pelos mesmos fatores climáticos que caracterizam a Unidade 315/de.

Do ponto de vista geomorfológico a referida unidade faz parte de superfície tabular erosiva, com declividade que não ultrapassa os 5%. Todavia, apesar das excelentes condições de topografia, apresentam restrições quanto ao uso de máquinas agrícolas, haja vista a ocorrência de pedregosidade, não sendo, portanto, positiva sua recomendação.

Pedologicamente, está representada por Solo Litólico distrófico que, devido aos mesmos fatores já mencionados na unidade precedente, foi também considerado como de grau de restrição 005 apesar da média geométrica de seus fatores (5,1) enquadrá-lo perfeitamente no intervalo do grau de restrição 004.

Destacam-se como os fatores mais restritivos: o tipo de drenagem (fortemente drenado), o baixo valor de suas bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) e ainda sua profundidade efetiva (20 cm) (Tab. 5. XXIX). As demais características analisadas, menos restritivas, podem ser desse modo resumidas: apresenta textura moderadamente leve no horizonte superficial (franco-arenosa); estrutura em blocos subangulares; não apresenta problemas relacionados a sais solúveis ao longo de todo perfil, por conseguinte, não é salino (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e nem alcalino; sua capacidade de troca catiônica está compreendida entre 4 e 8 mE/100 g de solo; e finalmente apresenta teor de matéria orgânica inferior a 2% e reação fortemente ácida (pH 4,9), dadas as condições de drenagem que apresenta.

Terras dessa unidade fazem parte da Região Fitoecológica da Floresta Ombrófila Aberta sob domínio da Vegetação Secundária, destacando-se, nesse conjunto, a ocorrência de uma área de Refúgio Ecológico na serra da Ubatuba, designada também como área de Formação Relíquia por abrigar espécies bastante primitivas e de alto valor econômico em ambientes altamente selecionados. Sua área abrange 31 km<sup>2</sup>, dos quais 19 km<sup>2</sup> deviam ser destinados à conservação ecológica dado o grande valor de sua flora, destacando-se entre outras espécies o murici, pau-santo ou capitão-do-campo e canela-de-ema (vide 4 — Vegetação).

### IV. Unidade 315/eb

Distribui-se esparsamente pela Folha em estudo, destacando-se nesse conjunto as manchas que ocupam os vales dos pequenos rios de regime temporário, tais como os rios Aracatiçu, Aracati-Mirim e Jaibaras.

Climatologicamente, acha-se assim caracterizada: média anual da precipitação de 1.177 mm; evapotranspiração potencial de 1.629 mm; período excedente de março a maio, com um total de 300 mm, e período deficiente de julho a janeiro, com carência de 877 mm; a média térmica anual é de 26,5°C, com máxima de 27,9°C (novembro) e mínima de 25,6°C (junho e julho); finalmente, encontra-se em faixa climática onde a média geométrica de sua precipitação e de sua evapotranspiração real representa 62% de sua correspondente evapotranspiração potencial.

Geomorfologicamente, é encontrada sobre superfícies pediplanadas e sobre formas tabulares de dissecação, como também em planícies fluviais dos rios Aracati-Mirim e Aracatiçu, e ainda em algumas áreas de acumulação aplainadas, sujeitas a inundações periódicas, com declividade não superior a 5%.

Pedologicamente fazem parte dessa unidade os seguintes solos: Planossolo Solódico, Solonetz Solodizado e Solo Litólico eutrófico. Este último, porém, foi aqui enquadrado por sua pedregosidade e regular quantidade de cascalho e calhaus.

420/USO POTENCIAL DA TERRA

Dos fatores pedológicos analisados destacam-se com maior restrição sua estrutura e soma de bases trocáveis, como também sua profundidade efetiva que varia entre 15 e 28 cm. Apresentam-se com estrutura colunar ou prismática no horizonte B no caso de serem Planossólicos ou Solonetzcos e fraca pequena granular quanto Litólico. Para a soma de bases trocáveis valores inferiores a 5,8 mE/100 g de solo. Apresentam drenagem moderada quando Litólico e imperfeita quando Planossólicos ou Solonetzcos; são moderadamente ácidos a ligeiramente ácidos (pH 5,1 a 6,5) e a textura pode variar de areia até franca no horizonte superficial. A capacidade de troca catiônica não apresenta valores superiores a 9,0 mE/100 g de solo; não são salinos (C.E. < 4 mmhos/cm), no entanto, os Planossólicos e os Solonetzcos possuem a partir do horizonte B21 relativo teor de sais solúveis com relação  $Mg^{++} + Na^{+} > Ca^{++} + H^{+}$ . O teor de matéria orgânica é inferior a 2% (Tab. 5. XXIX).

Terras dessa unidade apresentam-se sob topografia plana a suave ondulada, com moderada tendência à erosão. Podem ser mecanizáveis, desde que respeitadas os condicionamentos de drenagem, no entanto, os terrenos pedregosos limitam a potência das máquinas, não sendo positiva sua recomendação.

Atualmente, a vegetação da Estepe Arbórea Aberta com palmeiras e da Estepe Arbórea Densa (vide 4 — Vegetação) pouco a pouco está cedendo lugar à atividade agropecuária, predominantemente, sobretudo, os campos para pastagem natural; e nos vales úmidos dos rios Aracati-Mirim e Aracatiçu predominam os cultivos de feijão, nas várzeas, enquanto que nas margens úmidas o milho e mandioca são os principais produtos.

### V. Unidade 315/ep

Encontra-se representada por duas pequenas manchas situadas na porção centro-norte da Folha, sendo que uma faz parte do município de Bela Cruz, a oeste de seu núcleo urbano e a outra do município de Martinópolis, nas proximidades de sua sede.

Climatologicamente, as terras dessa unidade encontram-se regidas pelos mesmos fatores climáticos que caracterizam as quatro unidades precedentes (faixa de clima com grau de restrição 300), os quais, em linhas gerais, podem ser assim resumidos: temperatura média anual elevada (26,5°C); precipitação média anual de 1.177 mm, inferior ao valor da EP (1.629 mm); meses deficientes (julho a janeiro); meses com excesso hídrico (março a maio) e finalmente índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/eb).

Do ponto de vista geomorfológico, a unidade faz parte das formas de dissecação tabular e convexa, sem, no entanto, ultrapassar a declividade máxima de 5%.

Pedologicamente, está fortemente limitada pela estrutura do tipo maciça e por sua pequena profundidade efetiva (20 cm); é bem drenado, com textura franca no horizonte superficial; apresenta valores entre 4 e 8 mE/100 g de solo tanto para suas bases trocáveis como para sua capacidade de troca catiônica; não é salino (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e nem alcalino; com teor de matéria orgânica inferior a 1% e finalmente possui reação ligeiramente ácida no horizonte superficial com pH 6,5 (Tab. 5. XXIX).

Caracteriza-se ainda por apresentar pedregosidade e regular quantidade de cascalhos e calhaus, tendo sido, por este motivo, incluído no grau de restrição 005 apesar da média geométrica de seus fatores (5,1) enquadrá-lo perfeitamente no grau de restrição 004 (vide metodologia). Em vista disso, o uso de máquinas agrícolas, apesar das excelentes condições topográficas que se apresentam (relevo plano a suave ondulado), não é recomendável.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta possuidora das mesmas características já descritas na Unidade 315/dc.

Domina nessas terras unicamente a atividade pecuarista em caráter unicamente extensivo dada a situação climática muito irregular associada a fatores edáficos de difícil manejo.

## VI. Unidade 315/bp

Encontra-se representada por três manchas a oeste do planalto da Ibiapaba, sendo que duas ocupam áreas dos municípios de Uba-jara e Tianguá, e a menor dentre elas aloca-se ao sul do município de Cocal, limite com o município de Piracuruca, no Estado do Piauí.

Climatologicamente, pertence também à faixa de clima com grau de restrição 300, regida pelos mesmos fatores climáticos já descritos nas unidades precedentes (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, faz parte da superfície tabular estrutural do planalto da Ibiapaba limitada por escarpas erosivas e trabalhadas por processos de pediplanação, porém com não mais de 5% de declividade (Tab. 5. XXIX).

Pedologicamente, está fortemente limitada por suas bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) e por sua exígua profundidade efetiva (28 cm). São solos caracteristicamente pedregosos, com rochas muito próximas da superfície em consequência de sua reduzida espessura. Esses aspectos tornam válida a inclusão do solo no grau de restrição 005 muito embora seu índice pedológico (5,5) o tenha enquadrado perfeitamente no intervalo do grau de restrição 004 (4,0-5,5).

As demais características morfológicas, físicas e químicas do solo, menos restritivas que as anteriormente mencionadas, se apresentam desta maneira: drenagem acentuada; textura franca no horizonte superficial (textura média); estrutura em blocos subangulares; valor compreendido entre 4 e 8 mE/100 g de solo para sua capacidade de troca catiônica, baixa fertilidade natural; matéria orgânica inferior a 1%; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto não é salino nem alcalino ao longo de todo o perfil e finalmente reação fortemente ácida no horizonte superficial com pH 5,2, dadas as condições de drenagem que apresenta.

Esses solos ocorrem em topografia plana a suave ondulada e estão sujeitos a uma erosão do tipo laminar moderada. Por outro lado, não apresentam condições propícias ao uso de máquinas, dada a presença de obstáculos na superfície que dificultam sobremaneira o seu desempenho.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Densa e Estepe Arbórea Aberta com palmeiras, já em alguns trechos bastante descaracterizada pela ação humana. No entanto, destacam-se, entre outras, algumas espécies arbóreas, tais como: pau-d'arco-amarelo, angico, aroeira, pau-branco etc. (vide 4 — Vegetação).

## H) Série 325

### I. Unidade 325/e

Encontra-se representada por uma única mancha na porção central da Folha, ao norte da serra da Meruoca.

Quanto aos aspectos geomorfológicos e pedológicos, apresenta intensa similaridade com a Unidade 225/e descrita anteriormente. Apresentam, igualmente, topografia pouco acidentada e declividade entre 5 e 15%, bem como solos, com ocorrência de pedregosidade e rochosidade, sujeitos a erosão laminar moderada.

No entanto, diferem quanto aos aspectos climáticos. Enquanto a Unidade 225/e encontra-se regida pela faixa de clima com grau de restrição 200, onde se registram precipitações médias anuais em torno de 1.389 mm, temperatura média anual de 25,7°C, 6 meses com deficiência hídrica e índice agroclimático de 76%, na unidade ora analisada, a precipitação média anual cai a 1.177 mm, a média térmica anual se eleva a 26,5°C, o período deficiente se estende a 7 meses e encontra-se regida por um índice agroclimático de 62% (Tab. 5. XXIX).

Encontra-se recoberta por vegetação da Estepe Arbórea Aberta, destacando-se entre outras espécies a jurema, pereiro, catingueira e xique-xique (vide 4 — Vegetação).

O aproveitamento atual dessas terras é baixíssimo face às condições pedológicas e climáticas vigentes.

### II. Unidade 325/de

As manchas representativas desta unidade encontram-se alocadas na porção ocidental, contígua ao município de Piracuruca e a leste do seu núcleo urbano, como também a nordeste do núcleo urbano do município de Cocal, Estado do Piauí.

Climatologicamente, a unidade encontra-se sob faixa de clima de grau de restrição 300 onde se registram temperaturas médias elevadas (26,5°C), irregular distribuição de chuvas e índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, faz parte das superfícies pediplanadas e da superfície tabular estrutural do planalto da Ibiapaba, com declividade variando entre 5 e 15% (Tab. 5. XXIX).

Do ponto de vista pedológico, apresenta-se com profundidade efetiva de apenas 50 cm; textura leve no horizonte superficial (areia franca); valor inferior a 4 mE/100 g de solo tanto para suas bases trocáveis como para sua capacidade de troca catiônica; não apresenta salinidade (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e nem alcalinidade ao longo de todo perfil; teor de matéria orgânica não superior a 1,5%, finalmente apresenta reação fortemente ácida, com pH 5,2, dadas as condições de drenagem que apresenta.

Suas principais limitações são sua drenagem excessiva e sua estrutura em grãos simples. No entanto, a capacidade de troca catiônica e a textura do horizonte A podem também ser consideradas como limitantes a esse solo, uma vez que juntos esses fatores reduzem profundamente sua capacidade produtiva.

Essas terras encontram-se recobertas pela vegetação da Savana Arbórea Densa, onde se faz notar a presença da faveira, jatobá, piqui e outras espécies e a formação de um tapete graminóide composto por gramíneas e Cyperaceae. Encontram-se recobertas ainda por vegetação da Estepe Arbórea Aberta com e sem palmeira e Estepe Parque também com presença da palmeira (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, há o domínio exclusivo da pecuária, aproveitando-se como pastagem os campos naturais que se formam por entre a vegetação já bastante fraca, face à constante intervenção do homem, associada a uma rarefeita agricultura de subsistência, sem o emprego de qualquer medida que possa beneficiar o crescimento da produção.

### III. Unidade 325/eb

Encontra-se esparsamente distribuída na Folha em estudo, ocupando área dos seguintes municípios: Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Itapipoca, Sobral, Santana do Acaraú, Tianguá e Piracuruca, PI.

Climatologicamente, encontra-se na mesma faixa à qual pertence a Unidade 315/eb, não sendo por isto necessário qualquer comentário complementar (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, encontra-se sob áreas pediplanadas do Planalto da Ibiapaba e da Superfície Sertaneja, em formas tabulares e convexas de dissecação e sob áreas de acumulação inundáveis, sujeitas a inundações periódicas, com não menos de 5 e nem mais de 15% de declividade.

Pedologicamente, fazem parte dessa unidade Solos Litólicos eutróficos e Planossolos Solódicos, ressaltando-se que os Litólicos foram incluídos nesta unidade pela sensível ocorrência de pedregosidade e afloramentos de rocha, muito embora o valor de seu índice pedológico seja de 4,7 e 5,1 (Tab. 5. XXIX).

Os principais fatores pedológicos, dentre os analisados, que se destacam com maior restrição ao uso, são a estrutura e a soma de bases trocáveis, seguidos da profundidade efetiva que varia entre 15 e 34 cm. Os solos podem apresentar-se com estrutura colunar ou prismática no horizonte B no caso de serem Planossólicos e granular ou maciça se forem Litólicos. Apresentam drenagem boa ou moderada quando Litólico e imperfeita quando Planossólico; são fortemente a ligeiramente ácidos (pH 5,1 a 6,5) e a textura pode variar desde areia até franca no horizonte A. A capacidade de troca

catiônica não apresenta valor superior a 9,0 mE/100 g de solo; e a soma de bases trocáveis é inferior a 6,0 mE/100 g de solo. Não são salinos (C.E. < 4 mmhos/cm), no entanto os Planossolos possuem a partir do horizonte B21 relativo teor de sais solúveis com relação  $Mg^{++} + Na^+ > Ca^{++} + H^+$ . O teor de matéria orgânica é sempre inferior a 2%.

De acordo com a disposição do relevo (topografia plana a suave ondulada), estes solos apresentam condições satisfatórias à mecanização, quando não pedregosos.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta com presença de palmeiras, guardando a mesma fisionomia por toda a extensão dessa unidade (vide 4 — Vegetação).

Hoje, pouco ou nada resta da vegetação natural da caatinga, já bastante rarefeita pela intensa intervenção do homem na área. Nessas terras, atualmente, há o domínio exclusivo da atividade pecuarista em meio às diminutas áreas para agricultura, onde apenas o milho e a mandioca se fazem presentes. A abundância dos carnaubais nativos permite à população aí sediada sua fonte de renda.

#### IV. Unidade 325/ec

Esta unidade encontra-se representada por uma única mancha na porção centro-sul da Folha, contiguamente ao município de Cariré.

Climatologicamente, encontra-se sob faixa de clima, regida pelos mesmos fatores que caracterizam a Unidade 315/eb.

Geomorfologicamente, faz parte de superfície pediplanada com declividade compreendida entre 5 e 15%, e por isto plenamente mecanizáveis.

Do ponto de vista pedológico, possui as mesmas características físico-químicas, já descritas na Unidade 215/ec (Tab. 5.XXIX).

Quanto aos aspectos geomorfológicos e climáticos, a unidade ora analisada apresenta comportamento pouco diferente do observado na Unidade 215/ec. A disposição do relevo, por exemplo, é pouco mais movimentada nas terras dessa unidade, muito embora não ultrapasse os 15% de declividade. Por outro lado, a situação climática apresenta pequenas diferenças. Na unidade anteriormente descrita, por exemplo, que abrange a faixa do litoral nordeste, o índice agroclimático está em torno de 76%, o período deficiente se estende a 6 meses, com déficit de 551 mm, a precipitação média anual está em torno de 1.389 mm e a temperatura média anual não ultrapassa os 25,7°C, enquanto que na faixa de clima com grau de restrição 300, mais interiorana, o índice agroclimático cai a 62%, o período deficiente se prolonga por 7 meses, com déficit de 752 mm, a precipitação média anual cai a 1.177 mm e a temperatura média anual se eleva a 26,5°C. Os 87 km<sup>2</sup> de terras ocupadas por esta unidade encontram-se recobertos pela vegetação da Estepe Arbórea Aberta, com presença de palmeiras em toda sua extensão, já bastante descaracterizada pela constante intervenção humana na área (vide 4 — Vegetação). Na sua grande totalidade, domina na paisagem a formação de campos naturais, sob a qual instala-se considerável contingente bovino e ovino, concentrando-se, sobretudo, nas áreas de baixada onde a umidade é maior. A agricultura é praticamente inexistente nas terras dessa unidade.

#### V. Unidade 325/ep

Representada por duas pequenas manchas isoladas, a Unidade 325/ep aloca-se ao norte da serra da Meruoca e a leste da serra da Ibiapaba, a 4° de latitude Sul.

Confrontando-se, entretanto, a unidade ora analisada com a Unidade 315/ep, já descrita anteriormente, identifica-se uma grande semelhança entre seus elementos de interação, excetuando-se, apenas, os aspectos geomorfológicos, pois, enquanto aquela unidade encontra-se sob forma de dissecação tabular e convexa com não mais de 5% de declividade, esta faz parte de superfície pediplanada, com declividade que poderá atingir 15%.

Seus aspectos climáticos e pedológicos poderão ser consultados na referida unidade, tendo-se em vista que as terras dessa uni-

dade encontram-se regidas pelos mesmos fatores climáticos e mesmos fatores pedológicos. Dessa forma, integra-se a esta unidade Solo Litólico distrófico, cuja estrutura do tipo maciça e sua exigua profundidade efetiva (20 cm) limitam, sobremaneira, seu uso mais racional (Tab. 5.XXIX).

Em última análise, é válido considerar-se para esta unidade as mesmas observações dirigidas à Unidade 315/ep quanto à difícil tarefa de beneficiamento aos aspectos intrínsecos do referido solo, face à ocorrência de obstáculos na superfície e à pouca espessura de seu horizonte arável, que exigem exclusão de máquinas agrícolas, apesar dos aspectos topográficos serem bastante satisfatórios.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta com e sem ocorrência de palmeiras, condicionada a uma vegetação constituída por árvores mirradas e algumas cactáceas. Pela época menos seca é comum a formação de densa cobertura herbácea onde domina o capim-panasco (vide 4 — Vegetação).

Nessas áreas, atualmente, a pecuária extensiva domina exclusivamente, dispondo o rebanho de bom substrato gramíneo. Em segundo plano, desenvolve-se uma rarefeita agricultura de subsistência, associada vez por outra à cultura do algodão em escala bastante reduzida. O corte das folhas de carnaúba, por outro lado, reveste-se também em fonte de renda e trabalho para os habitantes dessas terras, donde é extraída a cera, e da palha os adornos artesanais.

#### VI. Unidade 325/bp

Representa esta unidade duas pequenas manchas que se alocam na porção ocidental da Folha a 4° de latitude S. Uma encontra-se ao sul do município de Piracuruca, PI, e a outra a oeste da serra da Ibiapaba, no município de Ibiapina.

Seus elementos de interação (clima—relevo—solo) apresentam grande semelhança com os da Unidade 315/bp descrita anteriormente, diferindo, unicamente, quanto aos aspectos geomorfológicos. Assim, as terras dessa unidade encontram-se sob superfície pediplanada do Planalto da Ibiapaba, com declividade compreendida entre 5 e 15%, enquanto na Unidade 315/bp a declividade não ultrapassa os 5% (Tab. 5.XXIX).

No tocante aos aspectos pedológicos, apenas diferem quanto à formação litológica, pois além de pertencer à Formação Serra Grande, oriunda de arenitos do Siluriano-Devoniano Inferior, o mesmo solo (Litólico eutrófico) pertence também à Formação Cabeças, oriunda de arenito e argilito do Devoniano (vide 1 — Geologia).

Seus fatores climáticos poderão ser consultados na Unidade 315/eb, onde as principais ocorrências que caracterizam essa faixa climática acham-se cuidadosamente analisadas.

Recobre essas terras a vegetação da Savana Arbórea Aberta e da Estepe Arbórea Densa com presença de palmeiras, em ambos os casos apresentando uma fisionomia vegetal bastante degenerada, face às sucessivas queimadas observadas na área (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, apenas uma pecuária muito extensiva se instala na região, limitada, sobretudo, por fatores edáficos de difícil manejo.

#### 1) Série 335

##### I. Unidade 335/de

Esta unidade encontra-se representada unicamente na porção do litoral norte, contígua aos municípios de Camocim e Acaraú.

Diferencia-se da Unidade 135/de unicamente quanto aos fatores climáticos, pois enquanto esta encontra-se regida por temperatura média anual de 26,5°C; precipitação média anual de 1.177 mm irregularmente distribuída; 7 meses de deficiência hídrica (junho a janeiro), para 3 meses excedentes (março a maio) e índice

agroclimático de 62%, aquela unidade dispõe de clima satisfatório às necessidades das plantas, fazendo parte da faixa de clima de grau de restrição 100 (vide Unidade 135/de).

Desta feita, quanto aos aspectos do relevo e também do solo, apresentam intensa similaridade, encontrando-se sobre dunas, muitas das quais ainda não consolidadas pela vegetação de restinga que aí se instala e sob o domínio das Areias Quartzosas Marinhas distróficas, originárias de sedimentos arenosos do Holoceno.

Naturalmente que é válido considerar-se como limitantes a drenagem excessiva e a estrutura em forma de grãos simples, e em menor grau de restrição todas as outras características físico-químicas analisadas na Unidade 135/de (Tab. 5.XXIX).

Recobre estas terras vegetação da Restinga Arbustiva (vide 4 — Vegetação), sobre a qual destaca-se a ocorrência de alguns frutos regionais, tais como o caju e o coco. No restante da área predomina a vegetação natural.

#### II. Unidade 335/dc

Esta unidade acha-se concentrada no município de Granja, mais propriamente no setor oeste de seu núcleo urbano, quase limite com o município de Camocim.

Encontra-se sob clima que apresenta, em linhas gerais, os seguintes registros: temperatura média anual de 26,5°C; precipitação média anual de 1.177 mm, inferior ao valor da EP (1.629 mm); meses deficientes (julho a janeiro); meses com excesso hídrico (março a maio) e finalmente índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, faz parte das formas de dissecação convexa, com declividade compreendida entre 15 e 25%. Todavia, face à ocorrência de pedregosidade na superfície, não é recomendável o uso de mecanização nessas terras.

Pedologicamente, apresenta características similares às da Unidade 315/dc, e, assim, suas principais características físico-químicas, bem como os fatores de maior limitação a essas terras poderão ser consultados na referida unidade (Tab. 5.XXIX).

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta, com e sem ocorrência de palmeira (vide 4 — Vegetação), hoje bastante descaracterizada, onde se observa a formação de imensos campos para pecuária em meio aos inúmeros carnaubais, associados aos cultivos de subsistência, tendo o milho e a mandioca como os principais produtos. Estes ocupam sempre as encostas do declive, sem no entanto se fazer uso de qualquer medida preventiva contra a erosão.

#### III. Unidade 335/eb

Encontra-se esparsamente distribuída pela Folha SA.24 Fortaleza, ocupando áreas dos seguintes municípios: Santana do Acaraú, Groaíras, Cariré e Frecheirinha.

Climatologicamente, encontra-se sobre a mesma faixa da Unidade 315/eb.

Geomorfologicamente, faz parte das formas aguçadas e convexas, com não menos de 15 e não mais de 25% de declividade. São ainda mecanizáveis, todavia, face à presença de obstáculo na superfície de difícil remoção, não é aconselhável uso de mecanização.

Suas características físico-químicas mais limitantes estão constituídas por sua estrutura do tipo maciça e sua baixa soma de suas bases trocáveis (inferiores a 4 mE/100 g de solo). Outras menos limitantes podem ser assim resumidas: apresentam seqüência de horizontes AC, onde o horizonte superficial (34 cm) encontra-se assentado diretamente sobre a rocha matriz; textura franco-arenosa (moderadamente leve) no horizonte superficial; é bem drenado; não é salino (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e nem alcalino ao longo de todo o perfil; possui uma capacidade de troca catiônica de 6,2 mE/100 g do solo; teor de matéria orgânica inferior a 1% (Tab. 5.XXIX) e finalmente reação moderadamente ácida no horizonte superficial com pH 5,9.

Essas terras encontram-se recobertas pela vegetação da Estepe Arbórea Aberta com e sem ocorrência de palmeiras, condicionadas por uma vegetação mirrada de árvores raquíticas (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, nessas terras, é intensa a ocupação, sobressaindo-se a pecuária extensiva e o cultivo de algodão, este em escala considerável, associado vez por outra aos cultivos de subsistência. Os cultivos ocupam as encostas dos declives morro abaixo, intercaladas às áreas para pasto.

#### IV. Unidade 335/ep

Esta unidade encontra-se na porção centro-norte da Folha, ocupando áreas dos municípios de Santana do Acaraú, Massapê, Meruoca, Uruoca, Martinópolis e Granja.

Do ponto de vista climático e pedológico, a presente unidade encontra-se sob a mesma faixa de clima e sob o mesmo grupo de solo, que pertencem também à Unidade 315/ep (Tab. 5.XXIX).

Por outro lado, quanto aos aspectos geomorfológicos diferem grandemente, principalmente quanto à inclinação do terreno. Esta unidade ocorre sob formas aguçadas e convexas, com declividade compreendida entre 15 e 25%, isto é, ainda mecanizáveis, apesar da perda de potência das máquinas. Todavia, face à presença de obstáculos na superfície de difícil remoção, deverá ser excluído dessas terras o uso de máquinas agrícolas.

Apesar dos fatores do solo apresentarem a máxima limitação ao uso dessas terras, como bem mostrado na Unidade 315/ep, principalmente quanto à estrutura do tipo maciça, seguida da diminuta profundidade efetiva (20 cm), que sem dúvida reduzem profusamente o melhor aproveitamento dessas terras, tem-se em contrapartida a disposição do relevo que deve merecer por parte dos usuários cuidados muito especiais.

Distingue-se na área a formação vegetal da Floresta Secundária, da Estepe Arbórea Aberta, em ambos os tipos com ocorrência de palmeira e ainda Estepe Arbórea Aberta sem palmeiras (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, principalmente nas encostas dos morrotes, a vegetação encontra-se mais descaracterizada, como também encontram-se depredados os solos. Estão sendo utilizados atualmente, sobretudo com pecuária extensiva e, quando da sua utilização com cultivos de subsistência, principalmente o milho, mandioca e às vezes o algodão, são estes plantados morro abaixo sem qualquer sistema de controle à erosão, contribuindo, desse modo, para a esterilidade dessas terras em curto período.

#### V. Unidade 335/bp

Esta unidade encontra-se representada na porção mais ocidental da Folha, especificamente no setor centro-sul, fazendo parte do município de Piracuruca, PI.

Climatologicamente, encontra-se sob faixa de clima, regida pelos mesmos fatores que caracterizam a Unidade 315/eb.

Geomorfologicamente, faz parte de superfície pediplanada e tabular estrutural, com inclusões das formas convexas e tabulares, com declividade compreendida entre 15 e 25%. São dificilmente ou não mecanizáveis, embora a declividade permita, pela presença de obstáculos na superfície de difícil remoção.

Suas principais limitações pedológicas são o baixo valor de sua soma de bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) e sua ínfima profundidade efetiva (28 cm) (Tab. 5.XXIX).

Caracteriza-se ainda por apresentar: seqüência de horizontes AC, onde o horizonte A repousa diretamente sobre a rocha mãe; textura franca no horizonte superficial (textura média); estrutura em blocos subangulares; drenagem acentuada; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto não salino e não alcalino; capacidade de troca catiônica entre 4 e 8 mE/100 g de solo; baixa fertilidade natural; teor de matéria orgânica inferior a 1% e finalmente reação fortemente ácida em seu horizonte superficial (pH 5,2), dadas as condições de drenagem que apresenta.



Essas terras encontram-se recobertas pela vegetação de contato entre Savana/Estepe/Floresta Estacional (vide 4 — Vegetação), parcialmente alterada, face à grande interferência humana, onde se percebe, atualmente, substituição da vegetação natural por culturas de subsistência, aliada a pastagem em caráter extensivo, esta ocupando a maior parte da área.

#### J) Série 345

##### I. Unidade 345/e

Está representada por uma única mancha no setor oriental da serra da Ibiapaba, a nordeste do núcleo urbano do município de Frecheirinha.

Climatologicamente, encontra-se sob faixa de clima, regida pelos mesmos parâmetros que caracterizam a Unidade 315/eb.

Geomorfologicamente, faz parte de formas convexas, compreendendo declividades entre 25 e 40%. Apesar da declividade permitir o uso de implementos movidos a tração animal, este se torna muito difícil ou impossível, face à ocorrência de pedregosidade na superfície.

Pedologicamente e de forma especial, apenas a estrutura maciça se apresenta como principal limitação ao uso dessas terras (Tab. 5.XXIX). No entanto, uma série de outras características físico-químicas dificulta sua utilização, muito embora em menor grau São elas: profundidade efetiva de 34 cm; textura franco-arenosa (moderadamente leve) no horizonte superficial; drenagem acentuada; valores compreendidos entre 4 e 8 mE/100 g de solo, tanto para sua soma de bases trocáveis como para sua capacidade de troca catiônica; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto não salino e não alcalino; teor de matéria orgânica de 1,5% e finalmente reação moderadamente ácida no horizonte superficial com pH 6,0.

Encontra-se recoberta pela vegetação da Estepe Arbórea Aberta, sendo que em pequeno trecho dessa formação há ocorrência de palmeiras. Nota-se ainda a vegetação da Floresta Secundária numa pequena extensão da mancha (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, apenas a pecuária extensiva ocupa essas terras, espalhando-se em meio à vegetação já parcialmente destruída pela ação do homem.

##### II. Unidade 345/bp

Esta unidade encontra-se na porção oeste do Complexo da Ibiapaba, limite entre os Estados do Ceará e Piauí.

Suas características climáticas podem ser assim resumidas: temperatura média anual elevada (26,5°C); precipitação média anual de 1.177 mm; meses deficientes (julho a janeiro), meses com excesso hídrico (março a maio) e finalmente índice agroclimático de 62% (vide Unidade 315/eb).

Geomorfologicamente, ocorre sobre formas aguçadas, superfície tabular estrutural limitada por escarpas erosivas e sobre agrupamento de *inselbergs*, com não menos de 25 nem mais de 40% de declividade. Como na Unidade 245/bp, aqui também a mecanização agrícola, inclusive a de tração animal, torna-se difícil face à ocorrência de pedregosidade de difícil remoção.

Pedologicamente, possui as mesmas características físico-químicas analisadas na Unidade 245/bp (Tab. 5.XXIX).

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Densa e Estepe Arbórea Aberta com e sem ocorrência de palmeira (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, somente a pecuária extensiva se instala na área. Os morrotes ainda conservam grande parte de sua vegetação exuberante, no entanto, aos poucos o homem vai penetrando na área, dessa feita visando às espécies madeireiras de alto valor comercial, destinadas a abastecer o mercado local.

#### L) Série 415

##### I. Unidade 415/eb

Ocorre esparsamente na Folha em estudo com maiores concentrações no município de Irauçuba, limitando-se ao norte com o município de Itapipoca e a oeste com Sobral. Ocorre também a sudoeste do núcleo urbano de Sobral e a norte do núcleo urbano de Granja.

Climatologicamente, a Unidade 415/eb localiza-se em três faixas de clima com grau de restrição 400, que no entanto apresentam parâmetros muito semelhantes.

Na 1.ª faixa, a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real é 45% (Irapuá e açude Patos) de sua correspondente evapotranspiração potencial. Conta com aproximadamente 8 meses deficientes, estendendo-se de julho a fevereiro. Em abril e maio registra-se o período de relativo excesso de água, no entanto, esse período tende a reduzir-se a apenas 1 mês. A temperatura média anual é de 26,7°C em Irapuá e de 27,2°C em açude Patos. A precipitação média é de 770 mm em ambas as localidades.

Na segunda faixa, a média geométrica da precipitação e da evapotranspiração real representa 45% de sua correspondente evapotranspiração potencial, segundo dados de Aires de Souza. A temperatura média anual gira em torno de 27,8°C, enquanto que a precipitação média anual é de 803 mm. Conta ainda com um período de deficiência hídrica que se inicia em julho, estendendo-se a fevereiro e, finalmente, com 1 mês excedente (abril).

A terceira e última faixa representada por uma única estação — Granja — apresenta os seguintes registros: temperatura média anual em torno de 28,5°C; precipitação média anual de 960 mm; meses deficientes iniciando-se em julho e estendendo-se a janeiro, meses com excesso hídrico em abril e maio, e finalmente índice agroclimático de 51%.

Geomorfologicamente, faz parte de superfície pediplanada das formas erosivas e de áreas de acumulação inundáveis, com não mais de 5% de declividade.

Pedologicamente, dois grandes grupos de solos fazem parte dessa unidade. São os Planossolos Solódicos e os Solos Litólicos eutróficos. Ressalta-se, todavia, que a ocorrência de pedregosidade e rochiosidade verificada no Solo Litólico o incluiu no grau de restrição 005, muito embora a média geométrica de seus fatores (4,7) o enquadrasse perfeitamente no intervalo estabelecido para o grau de restrição 004 (4,0-5,5) (Tab. 5.XXIX).

As maiores limitações impostas a esses solos e conseqüentemente as que dispensam maiores cuidados estão representadas pela estrutura e soma de suas bases trocáveis. No caso Planossolo Solódico apresenta-se com estrutura colunar e valor 5,8 mE/100 g de solo para suas bases trocáveis. Para o Solo Litólico eutrófico, a estrutura é do tipo maciça e valor inferior a 4 mE/100 g de solo para soma de bases trocáveis.

Em menor grau de limitação apresentam ainda as seguintes características: são solos com freqüência de horizontes AB e AC com não mais de 34 cm de profundidade efetiva; textura leve a moderadamente leve no horizonte superficial (arenosa e franco-arenosa); são imperfeitamente drenados e bem drenados; não são salinos (C.E. inferior a 4 mmhos/cm), no entanto, o Planossolo Solódico tende a alcalinidade, relação  $Mg^{++} + Na^+ > Ca^{++} + H^+$  aos 28 cm; são de baixa capacidade de troca catiônica, apresentando valores entre 6,2 e 8,9 mE/100 g de solo; teor de matéria orgânica inferior a 1% e finalmente apresentam reação moderadamente ácida no horizonte superficial, com pH compreendido entre 5,1-5,9.

Estes solos encontram-se sob topografia plana a suave ondulada com moderada tendência a erosão. Podem ser mecanizáveis, no entanto, nos terrenos pedregosos esta prática torna-se difícil.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta e Estepe Parque com presença de palmeiras em ambos os tipos de vegetação, sendo que em certos trechos, onde ocorre a vegetação da Estepe Arbórea Aberta, não há presença de palmeiras (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, já bastante descaracterizada pela grande intervenção humana na área, a vegetação da Estepe pouco a pouco vai se transformando em cobertura rala de árvores raquíticas apascentadas por considerável contingente bovino, que se espalha por toda a área, associada à cultura do algodão. Nota-se, todavia, que uma rarefeita atividade agrícola se faz presente nestas áreas, tendo o milho e a mandioca como principais produtos.

#### M) Série 425

##### I. Unidade 425/eb

Esta unidade encontra-se esparsamente distribuída pela Folha em estudo, ocupando áreas dos seguintes municípios: Granja, Sobral, Morrinhos, Irauçuba, Itapajé, Pentecostes e Caucaia.

Climatologicamente, está sob o regime de quatro faixas climáticas, todas elas com graus de restrição 400, que podem ser assim enumeradas: a faixa do setor meridional, representada por 12 estações pluviométricas; a faixa representada pela estação de Aires de Souza; a faixa representada pela estação de Granja e por fim a representada pela estação de Mutambeiras. Vale ressaltar que a caracterização das primeiras faixas já foi estabelecida na Unidade 415/eb. A de Mutambeiras apresenta os seguintes valores médios: temperatura de 28,1°C, com máxima nos meses de novembro e dezembro (29,3°C) e mínima nos meses de maio e junho (27,0°C); precipitação anual de 1.031 mm, inferior ao valor da EP (1.777 mm); deficiência hídrica em quase todos os meses do ano, com déficit de 1.087 mm, para apenas 2 meses excedentes — março e maio — e finalmente índice agroclimático de 47% (Tab. 5.XXIX).

Geomorfologicamente, faz parte de superfície pediplanada das formas erosivas e das fornias de dissecação convexas, como também das formas de acumulação inundáveis, sujeitas a inundações periódicas, com não menos de 5 e não mais de 15% de declividade.

Pedologicamente, integram-se a esta unidade os seguintes grandes grupos de solos: Planossolo Solódico e Solos Litólicos, os quais apresentam as mesmas características físico-químicas descritas na Unidade 325/eb. Obviamente, as terras dessa unidade estão fortemente limitadas pela estrutura colunar, prismática forte, fraca pequena granular e maciça, assim como pelo baixo valor para sua soma de bases trocáveis (entre 4 e 5,8 mE/100g de solo). A eles integra-se ainda a pouca profundidade efetiva do Solo Litólico (15 cm), concorrendo com mais um fator limitante ao uso dessas terras (vide Unidade 325/eb).

Da mesma forma que naquela unidade, a disposição do relevo (topografia suavemente ondulado) possibilita às terras dessa unidade condições satisfatórias ao desempenho de máquinas agrícolas, porém os condicionamentos de drenagem devem ser considerados, bem como excluído o uso de mecanização nos terrenos muito pedregosos.

Todavia, entre os elementos dessa unidade e os da 325/eb, existe uma grande diferença quanto à situação climática vigente, pois, na presente unidade, há um grau bem mais acentuado de aridez, chegando mesmo a ocorrer em algumas localidades 12 meses com deficiência hídrica, como acontece em Irauçuba, Aracatiaçu e açude Patos (estações pluviométricas da faixa do setor meridional) ao passo que, na faixa de clima que caracteriza a Unidade 325/eb, o período deficiente não vai além de 7 meses secos.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta e Arbórea Densa com e sem palmeira e Estepe Arbórea Parque com presença de palmeira, esta última caracteristicamente antrópica, ocorrendo o juazeiro e a carnaúba como únicas espécies arbóreas sobre as gramíneas que aparecem temporariamente (vide 4 — Vegetação).

Domina na região a atividade pecuarista, concentrando-se grande parte do contingente bovino no município de Irauçuba. Apesar do clima muito seco não favorecer boa pastagem, o gado é forte e aparentemente sadio. As inúmeras cactáceas que servem de separação entre uma fazenda e outra refletem perfeitamente a

hostilidade do clima. A agricultura é praticamente inexistente, no entanto, observou-se cultura de algodão na área.

#### N) Série 435

##### I. Unidade 435/eb

Encontra-se representada por duas manchas, uma fazendo parte do município de Santana do Acaraú, ao norte de seu núcleo urbano, e a outra do município de Sobral a sudeste de sua sede.

Climatologicamente, encontra-se sob duas faixas de clima. Na primeira, a temperatura média anual é de 27,1°C, com máxima no mês de dezembro (28,2°C) e mínima no mês de junho; precipitação média anual de 855 mm, inferior ao valor da EP (1.714 mm); deficiência hídrica estendendo-se de julho a janeiro e excedente hídrico apenas em abril, com respectivamente 902 mm e 43 mm e finalmente índice agroclimático de 49%.

Nos registros da estação de Mutambeiras, a temperatura média anual é de 28,1°C, com máxima nos meses de novembro e dezembro (29,3°C) e mínima nos meses de maio e junho (27,0°C); precipitação de 1.031 mm, inferior ao valor da EP (1.777 mm); deficiência hídrica em quase todos os meses do ano, com déficit de 1.087 mm, para apenas 2 meses excedentes (março e maio) e finalmente índice agroclimático de 47%.

Geomorfologicamente, faz parte de formas aguçadas, com declividade compreendida entre 15 e 25%. Apesar da disposição do relevo permitir ainda desempenho de máquinas agrícolas, estas deverão ser excluídas, face aos obstáculos na superfície de difícil remoção que dificultam, sobremaneira, o desempenho das mesmas.

Além de sua pedregosidade, a estrutura do tipo maciça e a baixa soma de bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) constituem os fatores mais restritivos (Tab. 5. XXIX). Com menor grau de restrição apresenta, ainda: profundidade efetiva com apenas 34 cm, correspondendo ao horizonte A e textura franco-arenosa (moderadamente leve) no horizonte superficial. Por outro lado é bem drenado não salino (C.E. inferior a 4 mmhos/cm) e nem alcalino ao longo de todo o perfil; tem capacidade de troca catiônica de 6,2 mE/100 g de solo e baixo teor de matéria orgânica (inferior a 1%). Finalmente apresenta reação moderadamente ácida, com pH 5,9 no horizonte superficial.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta, já bastante descaracterizada, face às constantes atividades aí desenvolvidas (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, os morrotes são ocupados tanto com pecuária, como com agricultura de subsistência, destacando-se principalmente o milho, mandioca e algodão, este último em escala considerável. Em nenhum dos casos é utilizada qualquer medida conservacionista de combate à erosão. As culturas são dispostas morro abaixo, intercaladas às áreas para pasto.

#### O) Série 445

##### I. Unidade 445/e

Apenas uma única mancha representa esta unidade, alocada a sudeste do núcleo urbano de Irauçuba.

Registra temperatura média anual de 27,1°C, com máxima no mês de dezembro (28,2°C) e mínima no mês de junho (26,0°C); precipitação média anual de 855 mm, irregularmente distribuída pelos meses do ano; evapotranspiração potencial (EP) de 1.714 mm, que representa a quantidade de chuva teoricamente necessária para manter a vegetação verde e turgescente por todo o ano; período deficiente estendendo-se de agosto a janeiro, com um déficit de 902 mm, enquanto que o período excedente somente se verifica no mês de março, com acúmulo de 43 mm; e finalmente encontra-se sob um índice agroclimático de 49%.

Geomorfologicamente, encontra-se sob grupamentos de *inselbergs*, com declividade compreendida entre 25 e 40%. São ainda

TABELA 5.XXIX  
Caracterização das unidades (Subclasse Agroster-por-solo)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mEq/100g)	Soma de bases (mEq/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
115/eb	87-90	<5	2,7	<4	Imperfeita	Colunar	Argilo-arenosa	<4,0	<4,0	27**	Areia franca	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.660	25,7	1.527	1.092
135/de	88	15 a 25	3,5	<4	Excessiva	Grãos simples	Areia	3,7	0,8	40	Areia	"	<1,0	1.663	25,8	1.537	1.101
215/de (1)	72-85	<5	4,0	<4	Excessiva	Grãos simples	Areia	2,4	0,8	95	Areia	"	2,5	1.416	25,6	1.505	980
215/de (2)	72-85	<5	3,8	<4	"	"	Areia franca	3,5	0,5	50	Areia franca	"	1,5	1.416	25,6	1.505	980
215/de (3)	72-85	<5	3,5	<4	"	"	Areia	3,7	0,8	40	Areia	"	<1,0	1.416	25,6	1.505	980
215/de (4)	82	<5	3,8	<4	"	"	Areia franca	3,5	0,5	50	Areia franca	"	1,5	1.200	22,1	1.136	727
215/ec	76	<5	3,8	<4	Moderada	Maciça	"	<4,0	<4,0	51	Areia	Grãos simples	<1,0	1.389	25,7	1.527	976
215/eb (1)	72-85	<5	3,0	<4	Imperfeita	Colunar	Argilosa	8,9	5,8	28**	"	Maciça	<1,0	1.416	25,6	1.505	980
215/eb (2)	72-85	<5	3,0	<4	"	Prismática forte	"	<4,0	<4,0	23**	Areia franca	"	<2,0	1.416	25,6	1.505	980
215/eb (3)	72-85	<5	2,7	<4	"	Colunar	Argilo-arenosa	<4,0	<4,0	27**	"	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.416	25,6	1.505	980
225/e	76	5 a 15	4,8*	<4	Acentuada	Maciça	Franco-arenosa	4,0-8,0	4,0-8,0	34	Franco-arenosa	"	1,5	1.389	25,7	1.527	976
225/de (1)	76	5 a 15	3,7	<4	Excessiva	Grãos simples	Areia	2,4	0,8	95	Areia	"	2,5	1.389	25,7	1.527	976
225/de (2)	76	5 a 15	3,5	<4	"	"	"	3,7	0,8	40	"	"	<1,0	1.389	25,7	1.527	976
225/eb (1)	72-85	5 a 15	3,0	<4	Imperfeita	Colunar	Argilosa	8,9	5,8	28**	"	Maciça	<1,0	1.416	25,6	1.505	980
225/eb (2)	72-85	5 a 15	3,0	<4	"	Prismática forte	"	<4,0	<4,0	23**	Areia franca	"	<2,0	1.416	25,6	1.505	980
225/eb (3)	82	5 a 15	4,7*	<4	Bem drenado	Maciça	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	Maciça	<1,0	1.200	22,1	1.136	727
225/bp	80	5 a 15	5,5*	<4	Acentuada	Blocos subangulares	Franca	4,0-8,0	<4,0	28	Franca	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.460	25,6	1.502	985
235/de	72-85	15 a 25	3,5	<4	Excessiva	Grãos simples	Areia	3,7	0,8	40	Areia	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.416	25,6	1.505	980
235/db	82	15 a 25	5,1*	<4	Fortemente drenado	Blocos subangulares	Franco-arenosa	4,0-8,0	<4,0	20	Franco-arenosa	"	<2,0	1.200	22,1	1.136	727
235/bp	80	15 a 25	5,5*	<4	Acentuada	"	Franca	4,0-8,0	<4,0	28	Franca	"	<1,0	1.464	25,6	1.502	985
245/bp	80	25 a 40	5,5*	<4	Acentuada	Blocos subangulares	Franca	4,0-8,0	<4,0	28	Franca	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.464	25,6	1.502	985
315/de (1)	62	<5	3,8	<4	Excessiva	Grãos Simples	Areia franca	3,5	0,5	50	Areia franca	"	1,5	1.177	26,5	1.629	877
315/de (2)	62	<5	3,5	<4	"	"	Areia	3,7	0,8	40	Areia	"	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
315/de (3)	62	<5	4,0	<4	"	"	"	2,4	0,8	95	"	"	2,5	1.177	26,5	1.629	877
315/dc	62	<5	4,8*	<4	Fortemente drenado	Blocos subangulares	Franco-arenosa	<4,0	<4,0	37	Areia franca	"	<2,0	1.177	26,5	1.629	877
315/db	62	<5	5,1*	<4	"	"	"	4,0-8,0	<4,0	20	Franco-arenosa	"	<2,0	1.177	26,5	1.629	877
315/eb (1)	62	<5	3,0	<4	Imperfeita	Colunar	Argilosa	8,9	5,8	28**	Areia	Maciça	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
315/eb (2)	62	<5	5,1*	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Franca	5,2	<4,0	15	Franca	Fraca, pequena, granular	1,5	1.177	26,5	1.629	877
315/eb (3)	62	<5	2,7	<4	Imperfeita	Colunar	Argilo-arenosa	<4,0	<4,0	27**	Areia franca	"	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
315/eb (4)	62	<5	3,0	<4	"	Prismática forte	Argilosa	<4,0	<4,0	23**	"	Maciça	<2,0	1.177	26,5	1.629	877
315/bp	62	<5	5,1*	<4	Bem drenado	Maciça	Franca	4,0-8,0	4,0-8,0	20	Franca	"	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
315/ep	62	<5	5,5*	<4	Acentuada	Blocos subangulares	"	4,0-8,0	<4,0	28	"	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
325/e	62	5 a 15	4,8*	<4	"	Maciça	Franco-arenosa	4,0-8,0	4,0-8,0	34	Franco-arenosa	"	1,5	1.177	26,5	1.629	877
325/de	62	5 a 15	3,8	<4	Excessiva	Grãos simples	Areia franca	3,5	0,5	50	Areia franca	"	1,5	1.177	26,5	1.629	877

TABELA 5.XXIX — Conclusão

UNIDADE	ÍNDICES				CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO								CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mEq/100g)	Soma de bases (mEq/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
325/eb(1)	62	5 a 15	3,0	<4	Imperfeita	Colunar	Argilosa	8,9	5,8	28**	Areia	Maciça	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
325/eb(2)	62	5 a 15	4,7*	<4	Bem drenado	Maciça	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	"	<2,0	1.177	26,5	1.629	877
325/eb(3)	62	5 a 15	5,1*	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Franca	5,2	<4,0	15	Franca	Fraca, pequena, granular	1,5	1.177	26,5	1.629	877
325/eb(4)	62	5 a 15	3,0	<4	Imperfeita	Prismática forte	Argilosa	<4,0	<4,0	23**	Areia franca	Maciça	<2,0	1.177	26,5	1.629	877
325/ec	62	5 a 15	3,8	<4	Moderada	Maciça	Areia franca	<4,0	<4,0	51	Areia	Grãos simples	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
325/ep	62	5 a 15	5,1*	<4	Bem drenado	Maciça	Franca	4,0-8,0	4,0-8,0	20	Franca	Maciça	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
325/bp	62	5 a 15	5,5*	<4	Acentuada	Blocos subangulares	"	4,0-8,0	<4,0	28	"	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
335/de	62	15 a 25	3,5	<4	Excessiva	Grãos simples	Areia	3,7	0,8	40	Areia	"	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
335/dc	62	15 a 25	4,8*	<4	Fortemente drenado	Blocos subangulares	Franco-arenosa	<4,0	<4,0	37	Areia franca	"	<2,0	1.177	26,5	1.629	877
335/eb	62	15 a 25	4,7*	<4	Bem drenado	Maciça	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	Maciça	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
335/ep	62	15 a 25	5,1*	<4	"	"	Franca	4,0-8,0	4,0-8,0	20	Franca	"	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
335/bp	62	15 a 25	5,5*	<4	Acentuada	Blocos subangulares	"	4,0-8,0	<4,0	28	"	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
345/e	62	25 a 40	4,8*	<4	Acentuada	Maciça	Franco-arenosa	4,0-8,0	4,0-8,0	34	Franco-arenosa	Fraca, pequena, granular	1,5	1.177	26,5	1.629	877
345/bp	62	25 a 40	5,5*	<4	Acentuada	Blocos subangulares	Franca	4,0-8,0	<4,0	28	Franca	Fraca, pequena, granular	<1,0	1.177	26,5	1.629	877
415/eb(1)	51	<5	3,0	<4	Imperfeita	Colunar	Argilosa	8,9	5,8	28**	Areia	Maciça	<1,0	915	27,8	1.742	816
415/eb(2)	45-54	<5	3,0	<4	"	"	"	8,9	5,8	28**	"	"	<1,0	863	26,9	1.685	795
415/eb(3)	45-55	<5	3,0	<4	"	"	"	8,9	5,8	28**	"	"	<1,0	863	26,9	1.685	795
415/eb(4)	45-55	<5	4,7*	<4	Bem drenado	Maciça	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	"	<1,0	863	26,9	1.685	795
425/eb(1)	51	5 a 15	3,0	<4	Imperfeita	Prismática forte	Argilosa	<4,0	<4,0	23**	Areia franca	Maciça	<2,0	960	28,5	1.807	894
425/eb(2)	45-54	5 a 15	5,1*	<4	Moderada	Fraca, pequena, granular	Franca	5,2	<4,0	15	Franca	Fraca, pequena, granular	1,5	915	27,8	1.742	816
425/eb(3)	47	5 a 15	4,7*	<4	Bem drenado	Maciça	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	Maciça	<1,0	1.031	28,1	1.777	690
425/eb(4)	45-55	5 a 15	4,7*	<4	"	"	"	6,2	<4,0	34	"	"	<1,0	863	26,9	1.685	795
425/eb(5)	45-55	5 a 15	3,0	<4	Imperfeita	Colunar	Argilosa	8,9	5,8	28**	Areia	"	<1,0	863	26,9	1.685	795
425/eb(6)	45-55	5 a 15	3,0	<4	"	Prismática forte	"	<4,0	<4,0	28**	Areia franca	"	<2,0	863	26,9	1.685	795
435/eb(1)	47	15 a 25	4,7*	<4	Bem drenado	Maciça	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	Franco-arenosa	Maciça	<1,0	1.031	28,1	1.777	690
435/eb(2)	49	15 a 25	4,7*	<4	"	"	"	6,2	<4,0	34	Areia	"	<1,0	855	27,1	1.714	812
445/e	49	25 a 40	4,8*	<4	Acentuada	"	Franco-arenosa	4,0-8,0	4,0-8,0	34	Franco-arenosa	Fraca, pequena, granular	1,5	855	27,1	1.714	812
445/eb	49	25 a 40	4,7*	<4	Bem drenada	"	Franco-argilo-arenosa	6,2	<4,0	34	"	Maciça	<1,0	855	27,1	1.714	812

\*Solos considerados como de grau de restrição 005 devido a sua forte pedregosidade, embora a média geométrica de seus fatores os enquadre no grau de restrição 004.

\*\*Profundidade efetiva interrompida pela relação  $Mg^{++} + Na^+ > Ca^{++} + H^+$ .

Obs.: Os números (1), (2), (3) etc., indicam que a mesma unidade está caracterizada com ligeiras variações segundo sua localização.



suscetíveis a implementos de tração animal, porém a ocorrência de pedregosidade na superfície não favorece esta prática.

De suas características físico-químicas, ressalta-se como a mais limitante a estrutura do tipo maciça (Tab. 5. XXIX). As demais, menos restritivas, podem ser assim resumidas: profundidade efetiva de 34 cm; textura franco-arenosa (moderadamente leve) no horizonte superficial; drenagem acentuada; valores compreendidos entre 4 e 8 mE/100 g de solo, tanto para sua soma de bases trocáveis como para sua capacidade de troca catiônica; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto não salino e não alcalino; teor de matéria orgânica 1,5% e finalmente reação moderadamente ácida no horizonte superficial com pH 6,0.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta condicionada a uma vegetação rala, entremeada por cactácea. Destacam-se entre outras as seguintes espécies: jurema, pereiro, catigueira e xique-xique (vide 4 — Vegetação).

Quanto ao seu uso atual, somente se faz notar a ocorrência de pecuária extensiva, esparsamente entre a vegetação natural, tendo-se em vista a situação edafoclimática associada à disposição do relevo muito acentuado.

## II. Unidade 445/eb

Esta unidade encontra-se representada por uma única mancha na porção centro-sul da Folha, a sudeste do núcleo urbano do município de Sobral.

Climatologicamente, encontra-se sob mesma faixa climática que caracteriza a unidade precedente, não se fazendo necessário discorrer qualquer comentário complementar (vide Unidade 445/e).

Geomorfologicamente, faz parte das formas aguçadas com declividade compreendida entre 25 e 40% (Tab. 5. XXIX).

Pedologicamente, de suas características físico-químicas destacam-se a estrutura maciça e a soma de bases trocáveis (inferior a 4 mE/100 g de solo) como as duas principais limitações. Outras menos restritivas podem ser assim resumidas: profundidade efetiva de 34 cm; textura franco-arenosa (moderadamente leve) no horizonte superficial; bem drenado; condutividade elétrica inferior a 4 mmhos/cm, portanto, não salino e não alcalino; capacidade de troca catiônica de 6,2 mE/100 g de solo; menos de 1% de matéria orgânica e finalmente reação moderadamente ácida do horizonte superficial, com pH 5,9. Caracteriza-se ainda por apresentar pedregosidade e afloramentos rochosos pelo que foi incluído no grau de restrição 005 apesar da média geométrica de seus fatores (4,7) enquadrá-lo perfeitamente no intervalo preconizado para o grau de limitação 004 (4,0-5,5). Em face da ocorrência desses obstáculos não se presta ao uso de implementos agrícolas mesmo de tração animal.

Recobre essas terras vegetação da Estepe Arbórea Aberta, destacando-se entre outras espécies a jurema, o pereiro, a catigueira e o xique-xique (vide 4 — Vegetação).

Atualmente, somente a pecuária extensiva ocupa essas terras de clima austero e solo quimicamente pobre.

### 5.1.2.5 — Classe Silvater

A Classe Silvater abrange uma área de 1.613 km<sup>2</sup>, correspondentes a 3,8% do total da Folha onde se localiza, exclusivamente, em áreas de relevo ondulado e forte ondulado.

A única subclasse que compõe a classe na Folha SA.24 Fortaleza é a Silvater-por-relevo que, por sua vez, abrange sete séries: 163, 262, 263, 265, 363, 365 e 465.

As unidades que constituem as séries, em número de nove (Tab. 5. XXX), serão descritas a seguir.

#### 428/USO POTENCIAL DA TERRA

TABELA 5.XXX  
Distribuição das unidades na Classe Silvater

CLASSE	SUBCLASSE	SÉRIE	UNIDADE	ÁREA (km <sup>2</sup> )
Silvater	Silvater-por-relevo	163	163:cb	49
		262	262:cb	183
		263	263:cb	354
		265	265:e	159
			265:bp	12
		363	363:cb	111
		365	365:e	426
			365:bp	186
465	465:e	133		

#### 5.1.2.5.1 — Subclasse Silvater-por-relevo

##### A) Série 163

##### I. Unidade 163/cb

Acha-se localizada a leste da região em estudo, ocupando área irregular, correspondendo ao maciço residual da serra de Pacatuba, situada entre os municípios de Pacatuba e Maranguape.

Climatologicamente está influenciada pela proximidade da costa litorânea e pela altitude da serra de Pacatuba, onde os efeitos climáticos são atenuados devido à sua orientação e ao domínio e deslocamento das massas de ar úmido do NE. Os dados climáticos estão representados pelo balanço hídrico da estação pluviométrica de Pacatuba, cuja temperatura média anual oscila em torno de 25,7°C e a precipitação média anual atinge 1.674 mm, ocorrendo os meses mais chuvosos entre janeiro e julho. No período mais seco que ocorre entre setembro e dezembro há uma deficiência hídrica de 423 mm, seguida, entre março e junho, de uma época com excedente hídrico de 561 mm. O índice agroclimático é de 89%.

Geomorfologicamente apresenta formas aguçadas, elaboradas no maciço residual da serra de Pacatuba, com declividade de até 70% (Tab. 5.XXXI).

Pedologicamente seus solos são moderadamente drenados, moderadamente ácidos, não salinos e nem alcalinos com profundidade efetiva em torno de 135 cm. A textura do horizonte superficial é franco-argilo-arenosa e a estrutura do horizonte B2 é composta de blocos subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica situam-se em torno de 3,4 e 7,0 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica no horizonte superficial é superior a 3%.

O estrato arbóreo está composto pela Floresta Estacional Semi-decidual (Floresta Subperenifolia), com predominância de ipê-amarelo, angico, ingá, imbaúba, catolé e babaçu.

O seu uso está restrito às culturas de milho, feijão e fruticultura em pequena escala, principalmente banana.

##### B) Série 262

##### I. Unidade 262/cb

Está localizada ao sul do núcleo urbano do município de Meruoca, situando-se nas partes elevadas do maciço residual da serra do mesmo nome.

Climatologicamente encontra-se favorecida pela altitude reinante (superior a 350 m), a qual determina alteração das condições climáticas da região, posto que se opõem ao deslocamento das correntes aéreas, exibindo uma face úmida (barlavento) e outra seca (sotavento). A estação pluviométrica que a representa é a localizada no município de Meruoca, cujos dados estão assim

resumidos: temperatura média anual de 24,3°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.686 mm, com meses de maior precipitação entre dezembro e junho. Apresenta deficiência hídrica (387 mm), entre os meses de agosto e dezembro e excedente hídrico (786 mm), entre janeiro e maio, com índice agroclimático na faixa entre 70 e 85% (Tab. 5.XXXI).

Geomorfologicamente corresponde a formas aguçadas, elaboradas no maciço residual da serra da Meruoca, com declividade que não ultrapassa 70%.

Seus solos são moderadamente drenados, ligeiramente ácidos (pH 6,6) no horizonte superficial; não salinos e nem alcalinos e com profundidade efetiva superior a 150 cm. A textura do horizonte superficial é franco-arenosa e a estrutura do horizonte B2 é composta de blocos subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica situam-se em torno de 5,1 e 7,0 mE/100 g de solo, respectivamente. O conteúdo de matéria orgânica do solo superficial é superior a 2%. Apesar destes solos possuírem de média a alta fertilidade natural e contarem com apreciável reserva de nutrientes disponíveis às plantas, a soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica são carentes, para a manutenção da sua capacidade produtiva, de complementação através de adubação e correção da acidez do solo, conforme o grau da exploração.

A maior limitação ao uso destas terras está ligada ao relevo pelos declives que ocupam, entre 55 a 70%, impossibilitando qualquer tipo de mecanização agrícola, mesmo com os mais simples implementos puxados a tração animal.

O estrato arbóreo que a recobre é o de Floresta Ombrófila Aberta (Floresta Subcaducifolia), com predomínio do ipê-amarelo, angico, aroeira, sabiá, ingá, imbaúba, catolé e lianas.

O uso atual é um tanto intensivo, com derrubada da vegetação natural, desprotegendo e erodindo o solo, observando-se entulhamento dos vales, culturas desordenadas, sem a mínima condição de conservação. O milho, feijão, mandioca e banana são as culturas efetuadas com maior frequência e plantadas de morro abaixo, causando desmoronamentos, sulcos e voçorocas nas encostas, em consequência das constantes enxurradas.

O café é a única cultura onde se observam determinadas práticas agrícolas, contudo, a falta de uma cobertura no solo, devido ao seu espaçamento, e a pluviosidade local aliados à pouca estabilidade do solo merecem melhor atenção, principalmente nos cinco primeiros anos de desenvolvimento. Algumas fruteiras regionais também se fazem presentes no entanto, sem prejuízos para o equilíbrio ecológico existente.

### C) Série 263

#### I. Unidade 263/cb

Está localizada nos maciços residuais das serras da Uruburetama e Maranguape, abrangendo parte dos municípios de Uruburetama, Itapipoca, Itapajé, Maranguape e Caucaia, no Estado do Ceará.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Cemoaba e Caucaia, cujos balanços hídricos apresentam temperatura média anual em torno de 25,6°C e precipitação média anual em torno de 1.385 mm, com meses mais chuvosos entre janeiro e junho. Apresenta entre os meses de agosto e janeiro deficiência hídrica em torno de 542 mm, ocorrendo um período com excedente hídrico de 411 mm, distribuídos entre março e junho. O índice agroclimático situa-se em torno de 76%.

Geomorfologicamente encontra-se em áreas com formas aguçadas geralmente de topo contínuo, com declividade entre 55 e 70% (Tab. 5.XXXI).

Seus solos são moderadamente drenados; moderadamente ácidos (pH 5,6), no horizonte superficial; não salinos e nem alcalinos; com profundidade efetiva em torno de 135 cm. A textura do horizonte superficial é franco-argilo-arenosa e a estrutura do horizonte B2 é em blocos subangulares. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam valores da ordem de

3,4 e 7,0 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica é superior a 3%, no horizonte superficial.

Esta unidade, quanto ao relevo e aos fatores pedológicos, correlaciona-se com a Unidade 163/cb, cabendo portanto as mesmas análises nela contida.

Quanto ao clima, ocorrem algumas restrições por apresentar um período seco de seis meses, entretanto, não chega a ser um fator limitante devido às diferenças térmicas entre o dia e a noite, favorecendo a ocorrência de precipitações ocultas decorrentes do orvalho e nevoeiro, ocasionados pelas condições atimétricas em que se situam.

A cobertura vegetal é composta pela Floresta Ombrófila Aberta na serra da Uruburetama e Floresta Estacional Semidecidual na serra de Maranguape (vide 4 — Vegetação).

O uso atual está concentrado na banicultura, sem nenhum controle dos fatores erosivos, atingindo por vezes até os topos das elevações, propiciando a formação de voçorocas e desmoronamento das encostas, com conseqüente entulhamento dos vales. Algumas áreas são cultivadas com milho, arroz, feijão, mandioca e outras com pecuária extensiva.

### D) Série 265

#### I. Unidade 265/e

Localiza-se sobre a serra da Uruburetama no seu setor leste e sobre a serra da Arara a oeste do núcleo urbano do município de Caucaia.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Cemoaba e Guararu. A temperatura média anual oscila em torno de 25,5°C, com precipitação média anual de 1.326 mm, com meses chuvosos entre janeiro e julho. A deficiência hídrica é de 550 mm, distribuídos entre agosto e janeiro e o excedente hídrico ocorre entre março e maio com 375 mm. O índice agroclimático é de 75%.

Geomorfologicamente corresponde a formas aguçadas, elaboradas nos maciços da Uruburetama e Arara, com declividade que não ultrapassa 70%.

Os solos desta unidade são acentuadamente drenados; ligeiramente ácidos (pH 6,0), no horizonte superficial; não salinos e nem alcalinos; com profundidade efetiva em torno de 55 cm. A textura do horizonte superficial é franco-arenosa e a estrutura do horizonte B2 é maciça. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam valores de 4,4 e 6,8 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica é superior a 1% no horizonte superficial. Dentre esses fatores, a estrutura apresenta-se como o mais limitante (Tab. 5.XXXI).

A maior limitação ao uso destas terras, no entanto, diz respeito ao seu relevo, o qual exige práticas de manejo e conservação semelhantes às da Unidade 262/cb.

O estrato arbóreo que a recobre é a Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Aberta e Estepe Arbórea Densa (vide 4 — Vegetação).

O uso é bastante intensificado na serra da Uruburetama com cultivos de bananeiras, porém apresenta-se de forma rudimentar, sem nenhuma técnica de conservação do solo, observando-se a ocorrência de voçorocas em muitas áreas, com desmoronamento das encostas. Na serra da Arara cultiva-se também a bananeira, porém não intensamente, entretanto os mesmos problemas da Uruburetama já se fazem sentir.

#### II. Unidade 265/bp

Ocorre no extremo oeste da Folha em estudo, localizando-se ao norte do núcleo urbano do município de Cocal, no Estado do Piauí.

Climatologicamente está representada pela estação pluviométrica, situada em Cocal, PI, cuja temperatura média anual oscila em torno de 24,6°C e a precipitação média anual atinge 1.252 mm, ocorrendo os meses mais chuvosos entre janeiro e junho. No perí-

odo mais seco, que ocorre entre agosto e janeiro, há uma deficiência hídrica de 470 mm, seguida entre março e maio de uma época com excedente hídrico de 561 mm. O índice agroclimático é de 78% (Tab. 5.XXXI).

Geomorfologicamente apresenta superfície tabular estrutural, limitada por escarpas erosivas e trabalhadas por processos de pediplanação, com declividade que não ultrapassa 70%.

Seus solos são acentuadamente drenados; fortemente ácidos (pH 5,2) no horizonte superficial; não salino e nem alcalino; com profundidade em torno de 30 cm. Possuem textura franca no horizonte superficial e estrutura em blocos subangulares no subjacente. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam valores em torno de 1,5 e 5,3 mE/100 g de solo respectivamente. O teor de matéria orgânica no horizonte superficial é inferior a 1%. São solos de baixa fertilidade natural, possuindo baixa soma de bases trocáveis e alto teor de alumínio livre, sendo carentes de práticas corretivas da acidez e de adubação química e orgânica. A profundidade efetiva concorre como um dos fatores mais limitantes, apresentando pedregosidade e afloramentos rochosos.

A maior limitação ao uso destas terras está ligada ao relevo, que se apresenta em forma de mesa, com topo pouco movimentado, limitado por escarpas erosivas de difícil acesso.

Quanto ao clima, o período seco de seis meses representa um fator limitante para o desenvolvimento de algumas culturas, principalmente tratando-se de solos rasos e arenosos, com baixa capacidade de retenção hídrica.

O estrato arbóreo que o recobre é a Estepe Arbórea Aberta (Caatinga hiperxerófila), não havendo nenhum sinal de utilização agrícola.

#### E) Série 363

##### I. Unidade 363/cb

Localiza-se na serra da Uruburetama e, ao sul desta, no serrote Boqueirão, ocupando áreas irregulares na superfície das mesmas.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Itapajé e Vertentes, apresentando temperatura média anual de 25,5°C e precipitação pluviométrica média anual com 1.058 mm, ocorrendo os meses mais chuvosos entre janeiro e junho. A deficiência hídrica atinge 635 mm, distribuída entre agosto e janeiro/fevereiro, ocorrendo um excedente hídrico entre março e maio de 227 mm. O índice agroclimático é de 64%.

Geomorfologicamente está representada por formas aguçadas, elaboradas nos maciços rediduais, com declividades entre 55 e 70%. Correlaciona-se com a Unidade 262/cb, anteriormente descrita, cujos comentários são os mesmos para esta unidade.

Os solos representativos desta unidade são os mesmos das Unidades 163/cb e 263/cb, portanto, comportam a mesma descrição já formulada para estas unidades (Tab. 5.XXXI).

O estrato arbóreo está composto pela Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual na serra da Uruburetama e pela Estepe Arbórea Aberta no serrote Boqueirão.

Seu uso está restrito a culturas de milho, feijão e fruticultura, principalmente a banana, ocorrendo menores áreas com pecuária extensiva; no serrote Boqueirão, a utilização está resumida ao extrativismo madeireiro de consumo local.

#### F) Série 365

##### I. Unidade 365/e

Acha-se dispersa em áreas irregulares que se situam ao norte da serra da Meruoca, parte dos municípios de Frecheirinha, Itapajé e Caucaia.

Climatologicamente está representada pelos balanços hídricos das estações pluviométricas de Frecheirinha, Itapajé, Várzea da Voíta, Vertentes e Sítios Novos. A temperatura média anual oscila

em torno de 26,4°C, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1.100 mm, com estação chuvosa entre os meses de janeiro e maio/junho. A deficiência hídrica ocorre entre os meses de julho/agosto e janeiro/fevereiro, em torno de 737 mm, apresentando um excedente hídrico de 243 mm, entre os meses de março/abril e maio. O índice agroclimático está em torno de 61% (Tab. 5.XXXI).

Geomorfologicamente se encontra sobre superfícies aguçadas e formas convexas (vide 2 — Geomorfologia), com declives que não ultrapassam 70%.

Pedologicamente seus solos se correlacionam com os da Unidade 265/e, anteriormente descrita, cujos dados devem ser observados para esta unidade.

A vegetação que a recobre é a Floresta Secundária e Estepe Arbórea Aberta e Densa (vide 4 — Vegetação).

O uso atual restringe-se a cultivos de algodão e culturas de subsistência, e pecuária extensiva na parte que abrange o município de Itapajé. No restante da área, ocorrem plantios com fruteiras regionais e cultivos de algodão em pequenas parcelas.

#### II. Unidade 365/bp

Acha-se localizada no setor oeste, abrangendo parte dos municípios de Cocal, PI, Luiz Correia, PI, e Granja, CE, no limite estadual de ambos.

Climatologicamente está representada pelos dados da estação pluviométrica de Ibuguaçu, com temperatura média anual de 27,8°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.059 mm, ocorrendo os meses mais chuvosos entre janeiro e maio. Apresenta uma deficiência hídrica de 851 mm, entre os meses de julho e janeiro, com excedente hídrico de 161 mm no mês de abril. O índice agroclimático é de 56% (Tab. 5.XXXI).

Geomorfologicamente se encontra sobre superfícies tabulares erosivas, limitadas por escarpas, com declividade não superior a 70%, elaboradas no planalto da Ibiapaba.

Pedologicamente está representada por solos correlacionados com a Unidade 265/bp, anteriormente descrita.

Os fatores climáticos representados pela elevada temperatura, irregular distribuição pluviométrica, condicionando um período seco de oito meses, requerem práticas especiais que contribuam para maior conservação da umidade do solo.

A vegetação que recobre é a Estepe Arbórea Aberta e Densa (vide 4 — Vegetação), sem apresentar exploração agrícola significativa a não ser pecuária extensiva nas partes dos vales e a exploração madeireira nas encostas e topos das elevações.

#### G) Série 465

##### I. Unidade 465/e

Esta unidade apresenta-se dispersamente distribuída na serra do Mucuripe e parte dos municípios de Irauçuba, Itapajé, Apuiarés e Pentecostes.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Irauçuba, Tejuçuoca e Mutambeiras. A temperatura média mensal está em torno de 26,7°C e a precipitação pluviométrica média anual totaliza 830 mm, ocorrendo uma estação chuvosa entre janeiro e maio. A deficiência hídrica é de 904 mm, entre os meses de junho/julho e fevereiro, e o excedente hídrico, que ocorre nos meses de março a abril, atinge 119 mm. O índice agroclimático é de 47%.

Geomorfologicamente está representada por formas aguçadas de topo contínuo, elaboradas nos testemunhos da Superfície Sertaneja, com declives que não ultrapassam 70% (Tab. 5.XXXI).

Pedologicamente está representada pelos mesmos solos da Unidade 265/e, cujas observações são válidas para esta unidade.

A vegetação que a recobre é a Floresta Secundária com palmeiras na serra do Mucuripe e Estepe Arbórea Aberta no restante,

TABELA 5.XXXI  
Caracterização das unidades (Subclasse Silvester-por-relevo)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos/cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE/100g)	Soma de bases (mE/100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
163/cb	89	55 a 70	6,8	<4	Moderada	Blocos subangulares	Argila	7,0	3,4	135	Franco-argilo-arenosa	Granular	3,1	1.674	25,7	1.536	1.113
262/cb	70 a 85	55 a 70	7,3	<4	"	"	Muito argilosa	7,0	5,1	180	Franco-arenosa	"	2,4	1.686	24,3	1.277	890
263/cb	76	55 a 70	6,8	<4	"	"	Argila	7,0	3,4	135	Franco-argilo-arenosa	"	3,1	1.385	25,6	1.516	974
265/e	75	55 a 70	4,8	<4	Acentuada	Maciça	Franco-arenosa	6,8	4,4	55	Franco-arenosa	"	1,3	1.326	25,5	1.504	953
265/bp	78	55 a 70	5,5	<4	"	Blocos subangulares	Franca	5,3	1,5	28	Franca	"	0,7	1.252	24,6	1.347	877
363/cb	64	55 a 70	6,8	<4	Moderada	"	Argila	7,0	3,4	135	Franco-argilo-arenosa	"	3,1	1.058	25,5	1.466	831
365/e	61	55 a 70	4,8	<4	Acentuada	Maciça	Franco-arenosa	6,8	4,4	55	Franco-arenosa	"	1,3	1.100	26,4	1.593	855
365/bp	56	55 a 70	5,5	<4	"	Blocos subangulares	Franca	5,3	1,5	28	Franca	"	0,7	1.059	27,8	1.749	898
465/e	47	55 a 70	4,8	<4	"	Maciça	Franco-arenosa	6,8	4,4	55	Franco-arenosa	"	1,3	830	26,7	1.616	711

ocorrendo pequenas áreas com utilização agrícola de subsistência, aproveitando o curto período chuvoso.

#### 5.1.2.6 — Classe Silvester

Abrangendo uma área de 2.163 km<sup>2</sup>, a Classe Silvester ocupa as áreas de relevo muito movimentado e também algumas áreas do litoral, em planícies fluviomarinhas, onde predominam os solos salinos.

É formada por duas subclasses, a Silvester-por-relevo com 1.131 km<sup>2</sup> e a Silvester-por-solo com uma área de 1.032 km<sup>2</sup>.

Quatro séries compõem a Subclasse Silvester-por-relevo: 175, 275, 375 e 475. A Silvester-por-solo também é formada por quatro séries: 177, 217, 317 e 417.

As oito séries acima enumeradas geram 10 unidades (Tab. 5.XXXII), as quais serão descritas a seguir.

#### 5.1.2.6.1 — Subclasse Silvester-por-relevo

##### A) Série 175

##### I. Unidade 175/db

Esta unidade está localizada no setor oeste da Folha, situando-se nas escarpas do *front* da serra da Ibiapaba.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Ubajara e Tianguá. A temperatura média anual oscila em torno de 20,8°C e a precipitação pluviométrica média anual apresenta um total de 1.457 mm, sendo janeiro a maio/junho os meses mais chuvosos. Verifica-se um período com deficiência hídrica, entre os meses de agosto/setembro e dezembro, totalizando 241 mm, e um excedente hídrico, entre março e abril/maio, perfazendo um total de 727 mm. O índice agroclimático é de 105%.

Geomorfologicamente apresenta-se em forma de cristas que se dispõem paralelamente no dissecamento do *front* da serra da Ibiapaba, com declividade superior a 70% (Tab. 5.XXXIII).

TABELA 5.XXXII  
Distribuição das unidades na Classe Silvester

CLASSE	SUBCLASSE	SÉRIE	UNIDADE	ÁREA (km <sup>2</sup> )
Silvester	Silvester-por-relevo	175	175-db	75
		275	275-e	114
			275-db	265
		375	375-e	265
			375-db	378
		475	475-e	34
	Silvester-por-solo	117	117:sd	42
		217	217:sd	632
		317	317:sd	329
		417	417:sd	29

Tem as seguintes características pedológicas: fortemente ácidos (pH 4,9); não salinos e nem alcalinos; com profundidade efetiva em torno de 40 cm; a textura do horizonte superficial é franco-arenosa e a estrutura do horizonte subsuperficial é composta de blocos subangulares; a soma de bases trocáveis é inferior a 1 mE/100 g de solo e a capacidade de troca catiônica apresenta valor da ordem de 6 mE/100 g de solo; e o teor de matéria orgânica é superior a 1,5% no horizonte superficial.

Dos fatores de interação desta unidade, o relevo destaca-se como o mais restritivo, por apresentar declives muito acentuados, dificultando inclusive o uso de implementos manuais. A prática



mais indicada para controle à erosão é a manutenção da vegetação nativa, com possíveis construções de diques, que controlem e distribuam as correntes de água, minorando as enxurradas nas encostas das elevações.

O desmatamento destas áreas, conforme observações *in loco*, causa prejuízos pela aceleração da erosão, carreando os solos, que são rasos, para as partes mais baixas, entulhando os vales, provocando voçorocas, deslizamento das encostas e conseqüente desmoronamento de blocos de rocha.

Pedologicamente a drenagem acentuada e a soma de bases trocáveis aliadas a sua textura e profundidade são os fatores mais restritivos ao seu uso.

O extrativismo madeireiro e o cultivo da bananeira sob forma empírica são as formas de exploração atual embora não muito difundidas.

A vegetação que a recobre é a Floresta Secundária com palmeiras (vide 4 — Vegetação).

## B) Série 275

### I. Unidade 275/e

Localiza-se sobre a serra da Meruoca e a leste da serra da Uruburetama no serrote São Domingos.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas da Meruoca e Cemoaba. A temperatura média anual é de 24,9°C e a precipitação pluviométrica média anual atinge um total de 1.524 mm, sendo dezembro/janeiro a junho o período mais chuvoso. Ocorre deficiência hídrica entre os meses de agosto/dezembro/janeiro, distribuídos num total de 479 mm, e excedente hídrico entre fevereiro/março e maio, totalizando 473 mm. O índice agroclimático é de 85%.

Geomorfologicamente está representada por formas aguçadas de topo plano contínuo e agrupamento de *inselbergs* sobre superfície pediplanada, com declives superiores a 70%.

Os solos representativos desta unidade são acentuadamente drenados, moderadamente ácidos (pH 6,0) no horizonte superficial, não salinos e nem alcalinos, com profundidade em torno de 55 cm. A textura do horizonte superficial é franco-arenosa e a estrutura do horizonte inferior é maciça. A soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica apresentam valores de 5,0 e 7,0 mE/100 g de solo, respectivamente. O teor de matéria orgânica é superior a 1,5% no horizonte superior (Tab. 5.XXXIII).

Dos fatores de interação desta unidade destaca-se o relevo como o mais restritivo, implicando em sérios problemas para a sua conservação e exigindo práticas complexas de controle à erosão.

A vegetação existente é a Floresta Ombrófila Aberta na serra da Meruoca e a Estepa Arbórea Aberta no serrote de São Francisco.

Apenas na serra da Meruoca estes solos são explorados com fruticultura, existindo alguns cultivos de subsistência e plantação de café, contudo, são de difícil manejo, dada sua declividade.

### II. Unidade 275/db

Está localizada no setor noroeste da serra da Ibiapaba, abrangendo parte dos municípios de Viçosa do Ceará e Tianguá.

Climatologicamente está representada pela estação pluviométrica de Viçosa do Ceará. A temperatura média anual oscila em torno de 22,1°C e a precipitação pluviométrica média anual apresenta um total de 1.200 mm, sendo janeiro a maio o período mais chuvoso. Ocorre deficiência hídrica entre os meses de agosto e janeiro, distribuídos num total de 409 mm, e excedente hídrico entre fevereiro e maio que totaliza 473 mm. O índice agroclimático é de 82% (Tab. 5.XXXIII).

Esta unidade correlaciona-se à anteriormente descrita, 175/db, quanto aos fatores pedológicos e geomorfológicos, diferenciando-se apenas quanto aos climáticos por situar-se numa faixa agroclimática um pouco mais seca, onde as temperaturas são mais ele-

vadas e as precipitações menos abundantes, entretanto, sem interferir no desenvolvimento de qualquer atividade agroclimática.

O uso atual restringe-se ao extrativismo vegetal e ao cultivo da banana, que vem ocasionando sérios prejuízos em termo de conservação ecológica. A vegetação que a recobre é Floresta Secundária com palmeira (vide 4 — Vegetação).

## C) Série 375

### I. Unidade 375/e

Ocorre dispersamente em áreas irregulares abrangendo parte dos municípios de Frecheirinha, Coreaú, Alcântaras, Meruoca, Irauçuba, Itapipoca, Uruburetama e Pentecostes, situando-se às proximidades e sobre as serras da Meruoca e da Uruburetama.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Araquém, Anário Braga e Caxitoré. A temperatura média anual é de 26,4°C e a precipitação pluviométrica média anual totaliza 1.094 mm, com período mais chuvoso entre janeiro e maio/junho. Ocorre uma deficiência hídrica entre os meses de julho/agosto e janeiro/fevereiro, atingindo um total de 765 mm, e um excedente hídrico entre março/abril e maio. O índice agroclimático é de 60% (Tab. 5.XXXIII).

Geomorfologicamente está representada por formas aguçadas de topo contínuo, elaboradas sobre os maciços residuais da Meruoca e Uruburetama ou em serrotes elaborados por processos de pediplanação que ocorrem em forma de relevo residual, com declividades superiores a 70%.

Pedologicamente correlaciona-se com a Unidade 275/e, anteriormente descrita, cujas análises são válidas para esta unidade.

As terras desta unidade não se prestam para mecanização, nem mesmo manual, por possuírem declividade muito acentuada, dificultando ou impossibilitando o seu manuseio.

A vegetação que a recobre é a Floresta Secundária ou a Estepa Arbórea Aberta e seu uso restringe-se à exploração madeireira.

### II. Unidade 375/db

Está localizada ao norte da serra da Ibiapaba, abrangendo parte dos municípios de Granja, Uruoca e Viçosa do Ceará.

Climatologicamente está representada pelos dados das estações pluviométricas de Ibugaçu e Iboaçú. A temperatura média anual é de 27,2°C e a precipitação pluviométrica média anual atinge um total de 1.169 mm, sendo janeiro a maio o período mais chuvoso. A deficiência hídrica, entre os meses de julho e dezembro/janeiro, atinge um total de 778 mm, ocorrendo um excedente hídrico entre março e maio, totalizando 243 mm. O índice agroclimático é de 61%.

Geomorfologicamente apresenta-se em forma de cristas que se dispõem paralelamente ao dissecamento do *front* da serra da Ibiapaba, com declividade superior a 70% (Tab. 5.XXXIII).

Os solos representativos desta unidade correlacionam-se com os da Unidade 175/db, diferenciando-se apenas quanto ao clima, por apresentar um índice agroclimático mais seco, com temperatura mais elevada e má distribuição das precipitações pluviométricas.

A vegetação que a recobre é a Floresta Secundária e a Estepa Arbórea Aberta e seu uso está restrito à exploração madeireira.

## D) Série 475

### I. Unidade 475/e

Está localizada a leste do núcleo urbano do município de Sobral e a oeste do município de Apuiarés.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Tejuoca e do açude Patos. A temperatura média anual é de 27°C e a precipitação pluviométrica média anual atinge 787 mm, com período mais chuvoso entre janeiro e maio. Ocorre

FABELA 5. XXXIII  
Caracterização das unidades (Subclasse Silvester-por-relevo)

UNIDADE	INDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (‰)	Pedológico	Salinidade (mmhos cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE 100g)	Soma de bases (mE 100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluvial (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
175/db	105	>70	5,5	<4	Acenuada	Blocos subangulares	Franca	6,0	0,7	40	Francoarenosa	Granular	1,7	1.457	20,8	971	730
275/e	85	>70	4,8	<4	"	Maciça	Francoarenosa	7,0	5,0	55	Francoarenosa	"	1,6	1.524	24,9	1.377	903
275/db	82	>70	5,5	<4	"	Blocos subangulares	Franca	6,0	0,7	40	Francoarenosa	"	1,7	1.200	22,1	1.136	727
375/e	60	>70	4,8	<4	"	Maciça	Francoarenosa	7,0	5,0	55	Francoarenosa	"	1,6	1.094	26,4	1.615	890
375/db	61	>70	5,5	<4	"	Blocos subangulares	Franca	6,0	0,7	40	Francoarenosa	"	1,7	1.169	27,2	1.704	926
475/e	46	>70	4,8	<4	"	Maciça	Francoarenosa	7,0	5,0	55	Francoarenosa	"	1,6	787	27,0	1.694	779

uma deficiência hídrica entre os meses de julho e fevereiro, atingindo um total de 915 mm e um excedente hídrico no mês de abril, totalizando apenas 10 mm. O índice agroclimático é de 46% (Tab. 5. XXXIII).

Esta unidade correlaciona-se à anteriormente descrita, 375/e, quanto aos fatores pedológicos e geomorfológicos, diferenciando-se apenas quanto aos climáticos, por situar-se numa faixa agroclimática mais seca, com temperaturas mais elevadas, precipitações pluviométricas mais irregulares e deficiência hídrica superior à precipitação, interferindo no desenvolvimento de grande número de culturas.

A cobertura florística está representada pela Estepe Arbórea Aberta e Densa, não ocorrendo nenhum tipo de utilização agrícola.

#### 5.1.2.6.2 — Subclasse Silvester-por-solo

##### A) Série 117

###### I. Unidade 117/sd

Esta unidade está localizada no extremo leste da orla marítima, situando-se nos municípios de Fortaleza e Aquiraz.

Climatologicamente encontra-se favorecida pela proximidade litorânea e está representada pela estação meteorológica de Fortaleza. A temperatura média anual é de 25,8°C e a precipitação pluviométrica média anual apresenta um total de 1.656 mm, sendo o período de janeiro a julho o mais chuvoso. Há ocorrência de um período com deficiência hídrica em torno de 458 mm, distribuídos entre os meses de setembro e janeiro e um excedente hídrico de 564 mm, entre os meses de março e junho. O índice agroclimático é de 87%.

Geomorfológicamente situa-se sobre a planície litorânea, em relevos planos, que ocorrem nas proximidades das desembocaduras dos rios e partes baixas da orla marítima, com declividade que não ultrapassa 3%.

Seus solos são mal drenados; moderadamente ácidos (pH 5,8), no horizonte superficial; com elevado teor de sais solúveis desde o horizonte superficial e profundidade que pode alcançar mais de 200 cm. A textura do horizonte superficial é franco-argilo-siltosa e a estrutura do horizonte subsuperficial é prismática, composta de blocos angulares. Possui elevada soma de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica, com valores da ordem de 25,0 mE/100 g de solo. O teor de matéria orgânica é superior a 1% no horizonte superficial (Tab. 5. XXXIV).

A elevada salinidade e a deficiente drenagem são os fatores que mais restringem o uso destes solos, requerendo vultosos investimentos para sua dessalinização, que se torna ainda mais complicada devido à evaporação local e ao controle das marés. Encontram-se quase totalmente cobertos pela vegetação natural de mangue.

##### B) Série 217

###### I. Unidade 217/sd

Esta unidade ocorre dispersamente em áreas irregulares na região litorânea, abrangendo parte dos municípios de Araioses, MA, Parnaíba, PI, e Acaraú, Trairi, Paracuru, São Gonçalo do Amarante e Caucaia no Estado do Ceará.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Gijoca, Icaraí, Caucaia e Paracuru no Estado do Ceará e Parnaíba no Piauí. A temperatura média anual oscila em torno de 25,7°C e a precipitação pluviométrica média anual apresenta um total de 1.467 mm, com os meses mais chuvosos entre janeiro e junho/julho. Ocorre um período com deficiência hídrica entre julho/agosto e dezembro/janeiro, totalizando 576 mm, havendo um excedente hídrico de 478 mm, entre os meses de março e maio/junho. O índice agroclimático é de 77% (Tab. 5. XXXIV).

Geomorfológicamente situa-se sobre a planície litorânea, em relevos planos, que ocorrem nas planícies fluviais e fluviomarinhas, com declividade que não ultrapassa 3%.

Esta unidade correlaciona-se com a anteriormente descrita, 117/sd, diferenciando-se apenas quanto aos dados climatológicos por situar-se numa região com faixa climática menos úmida, onde as precipitações pluviométricas são menos intensas, e o período seco um pouco mais prolongado.

A vegetação de mangues e as restingas com carnaúbas representam a composição florística destas áreas (vide 4 — Vegetação).

##### C) Série 317

###### I. Unidade 317/sd

Esta unidade está localizada na orla marítima, abrangendo parte dos municípios de Luiz Correia no Piauí e Chaval e Camocim no Ceará.

Climatologicamente está representada pelas estações pluviométricas de Chaval e Camocim. A temperatura média anual é de

TABELA 5. XXXIV  
Caracterização das unidades (Subclasse Silvester-por-solo)

UNIDADE	ÍNDICES			CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PERFIL DO SOLO									CLIMA				
	Agroclimático (%)	Declividade (%)	Pedológico	Salinidade (mmhos. cm)	Drenagem	Horizonte B		Cap. troca de cátions (mE 100g)	Soma de bases (mE 100g)	Profundidade efetiva (cm)	Horizonte A		Matéria orgânica (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média anual (°C)	Evapotranspiração	
						Estrutura	Textura				Textura	Estrutura				Potencial (mm)	Real (mm)
117/sd	87	<3	0,0	4 a 8	Mal drenado	Prismática moderada	Argilo-siltosa	25,5	25,0	0*	Franco-argilo-siltosa	Blocos subangulares	1,1	1.656	25,8	1.550	1.092
217/sd	77	<3	0,0	4 a 8	"	"	"	25,5	25,0	0*	"	"	1,1	1.467	25,7	1.556	988
317/sd	57	<3	0,0	4 a 8	"	"	"	25,5	25,0	0*	"	"	1,1	1.189	28,5	1.805	878
417/sd	51	<3	0,0	4 a 8	"	"	"	25,5	25,0	0*	"	"	1,1	960	28,5	1.807	894

\* Solos considerados como de profundidade nula devido a sua forte salinidade e/ou alcalinidade, conforme preconizam dados metodológicos.

28,5°C e a precipitação pluviométrica média anual apresenta um total de 1.189 mm, sendo janeiro a maio os meses mais chuvosos. Apresenta um período com deficiência hídrica entre os meses de junho/julho e janeiro/fevereiro, totalizando 927 mm, e um excedente hídrico entre março e abril/maio, perfazendo um total de 311 mm. O índice agroclimático é de 57% (Tab. 5. XXXIV).

Esta unidade correlaciona-se às anteriormente descritas, 117/sd e 217/sd, quanto aos fatores pedológicos e geomorfológicos, diferenciando-se quanto aos climáticos por situar-se numa faixa climática ainda mais seca, onde as precipitações pluviométricas são mais irregulares e as temperaturas mais elevadas.

O uso atual limita-se ao extrativismo da carnaúba e a vegetação natural está composta por restinga com carnaúba e vegetação de mangue.

#### D) Série 417

##### I. Unidade 417/sd

Esta unidade está localizada na região norte da Folha SA.24 Fortaleza, situando-se em parte nos municípios de Camocim e Granja.

Climatologicamente está representada pela estação pluviométrica de Granja. A temperatura média anual é de 28,5°C e a precipitação pluviométrica média anual apresenta um total de 960 mm, sendo o período de janeiro a maio o mais chuvoso. Apresenta um período com deficiência hídrica entre os meses de julho e janeiro, totalizando 913 mm, e um excedente hídrico entre abril e maio, perfazendo um total de 66 mm. O índice agroclimático é de 51% (Tab. 5. XXXIV).

Esta unidade correlaciona-se à anteriormente descrita, 317/sd, quanto aos fatores pedológicos e geomorfológicos, diferenciando-se quanto aos climáticos por situar-se numa faixa agroclimática mais seca, dentro das características de clima semi-árido, com temperaturas mais elevadas e mais baixas e irregulares precipitações.

O uso atual está limitado ao extrativismo da carnaúba em meio à vegetação natural de restinga e mangue.

#### 5.1.3 — BIBLIOGRAFIA

- BEEK, K.J. & BENNEMA, J. Evaluación de tierras para la planificación del uso rural — un metodo ecológico. *B. Latinoam. For. Tierras y Aguas*, Santiago, 3:1-74, 1972.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento exploratório — reconhecimento de solos do Estado do Ceará*. Recife, 1973. 2v. (Boletim Técnico, 28).
- COMERMA, J. & ARIAS, L.F. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. In: SEMINARIO DE CLASIFICACIÓN INTERPRETATIVA CON FINES AGROPECUARIOS, Maracay, set. 1971.
- ESCRITÓRIO TÉCNICO DE AGRICULTURA BRASIL-ESTADOS UNIDOS. *Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra*; 3.ª aproximação. Rio de Janeiro, 1971. 436p.
- EUA. Department of Agriculture. Salinity Laboratory Staff. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington, D.C., 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60)
- EUA. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. *Land-capability classification*. Washington, D.C., 1959. (Memo, 22)
- ———. *Soil classification, a comprehensive system; 7th approximation*. Washington, D.C., 1960. 265p.
- EUA. Department of Agriculture, Soil Survey Staff. *Soil survey manual*. Washington, D.C., 1951, 503p. (Agriculture Handbook, 18).
- FAO, Rome. Approaches to land classification. *Soils B.*, Rome, 22:1-120, 1974.
- ———. A framework of land evaluation. *Soils B.*, Rome, 32:1-88, 1976.
- HOUK, I.E. *Irrigation engineering; agricultural and hydrological phases*. New York, J. Wiley, 1957. v.1
- MENDOZA TORRICO, E. *Recursos naturais, estudos básicos do Recôncavo*. Salvador, Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia, 1975. v.1.
- PEARSON, R.W. & ADAMS, F., ed. *Soil acidity and liming*. Madison, American Society of Agronomy, 1967. 274p. (Agronomy, 12)
- STEELE, J.G. Soil survey interpretation and its use. *Soils B.*, Rome, 8:1-68, 1967.
- STORIE, R.E. *Manual de evaluación de suelos*. Trad. de Alonso Blackaller Valdés. México, UTEHA, 1970. 225p.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. R.*, New York, 38(1):55-94, Jan. 1948.

## 5.2. — RELAÇÕES USO ATUAL—USO POTENCIAL

### 5.2.1 — METODOLOGIA

#### 5.2.1.1 — Considerações gerais

É fácil compreender que nem sempre um bom potencial de recursos naturais representa, necessariamente, um bom potencial econômico. Bons solos, florestas e águas podem estar presentes e, no entanto, não gerarem riqueza ou bem-estar. Isto só será possível

desde que seja aplicada uma certa tecnologia, capaz de transformar estes recursos em alimentos ou matérias-primas que sejam comercializáveis.

Em outras palavras, o potencial econômico está condicionado não só pela qualidade intrínseca dos recursos naturais, porém também pela tecnologia aplicável na sua transformação em bens de consumo, pela magnitude de uma demanda insatisfeita e pela

existência de uma infra-estrutura que permita sua comercialização competitivamente.

A possibilidade de o homem influenciar, em grande parte, sobre os componentes tecnologia, infra-estrutura e mercado faz com que a qualidade dos recursos naturais adquira importância capital, pois não é possível sua modificação em termos práticos e significativos. Apesar disto, a equação "bons recursos naturais igual a bom potencial econômico" só é verdadeira quando também satisfeitas as outras variáveis.

Assim, denomina-se potencial natural de um solo a sua capacidade intrínseca de poder ou não produzir boas colheitas. Em contraposição, denomina-se potencial econômico a sua capacidade de gerar bem-estar ou riqueza, capacidade que depende de esta boa (ou má) produção ser comercializada em termos razoáveis.

A capacidade natural torna-se conhecida através de levantamentos que compreendem o delineamento das diversas manchas com potencialidades de produção diferentes, sobre mapas de escalas adequadas. Estes mapas vêm acompanhados de seus respectivos relatórios onde estão explicados os critérios que foram usados para a sua elaboração e o significado de cada um dos símbolos cartográficos neles usados. Vê-se assim que, na sua elaboração, não há preocupação em determinar a capacidade do potencial econômico.

Para isto seria necessário que pelo menos os principais fatores, que intervêm na sua determinação, fossem expressáveis através de um parâmetro comum, de tal maneira a torná-los comparáveis entre si. Só por esta condição seria possível estabelecer, parametricamente, o verdadeiro potencial econômico da área considerada.

Dadas as condições sob as que atualmente o mundo se desenvolve, com um constante crescimento de sua população e contínua deterioração de seus recursos naturais, pode-se admitir como normal a situação de mercado onde a demanda de alimentos e matérias-primas está permanentemente insatisfeita. Nestas condições, o potencial econômico dos recursos naturais dependeria unicamente de sua capacidade natural, da tecnologia aplicada e da infra-estrutura, componentes que através de um enfoque metodológico podem ser expressos por um parâmetro único, satisfazendo a condição acima mencionada, que nos permite sua determinação e análise.

### 5.2.1.2 — Enfoque teórico<sup>(1)</sup>

Em princípio, toda e qualquer tecnologia de exploração agrícola pertence a um dos dois grupos a seguir mencionados: tecnologias substitutivas de mão-de-obra e tecnologias substitutivas de terra.

As primeiras dizem respeito à mecanização e as segundas a práticas que intensificam o uso da terra, tais como adubações, correções e aplicação de inseticidas, fungicidas e herbicidas, entre outros.

Se o aumento de produção pela aplicação de tecnologias substitutivas de terra segue a lei de rendimentos decrescentes, a curva OJ, do gráfico da Figura 5.9, representa a relação existente entre o montante das inversões nesse tipo de tecnologias e o aumento da mão-de-obra ocupada no setor. Similarmente, a curva OK do mesmo gráfico representa sua diminuição em função de aplicações em tecnologias substitutivas de mão-de-obra.

Assim, se em uma região aplicam-se os montantes OA' em tecnologias substitutivas de terra e OB' em tecnologias substitutivas de mão-de-obra, as forças de trabalho assimiladas e deslocadas corresponderão às magnitudes AA' e BB', respectivamente. Nesta situação, o resultado final das inversões nessa combinação de tecnologia estará expresso pela soma dos vetores OA e OB, isto é, OC que, por sua vez, corresponde a uma inversão total OC' que resulta em um acréscimo de mão-de-obra, no setor, de magnitude CC'.

(1) Strauss, 1969 págs. 12 a 19 e 40, 41.

Já o gráfico da Figura 5.10 mostra, na curva OL, a relação existente entre inversões em tecnologias substitutivas de terra e o produto. Se o montante OG' desta função é igual ao montante OA' do gráfico anterior, a relação GG'/AA' representa a produtividade da mão-de-obra. Verifica-se, assim, que estas tecnologias quando consideradas sob o ponto de vista do produto podem ser consideradas como substitutivas de mão-de-obra, isto é, se requer mais ou menos força de trabalho para produzir a mesma quantidade de produto.

Como sob condições de abundância de mão-de-obra as tecnologias substitutivas dessa força de trabalho não influem sobre o produto, esta função, no gráfico em questão, confunde-se com o eixo das abscissas.

Se as funções apresentadas nos gráficos anteriores são combinadas com as respectivas funções OM correspondentes à infra-estrutura, tal como se mostra nos gráficos, verifica-se que a tangente do ângulo  $\alpha$  (Fig. 5.9) representa a ocupação da mão-de-obra

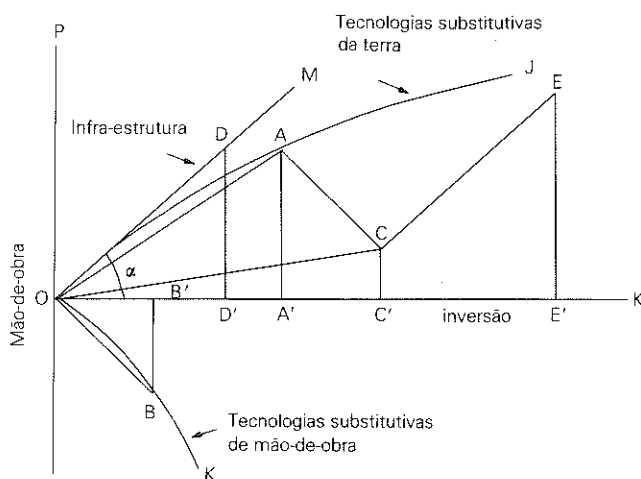


Fig. 5.9 - Relações entre tecnologia, infra-estrutura e ocupação de mão-de-obra

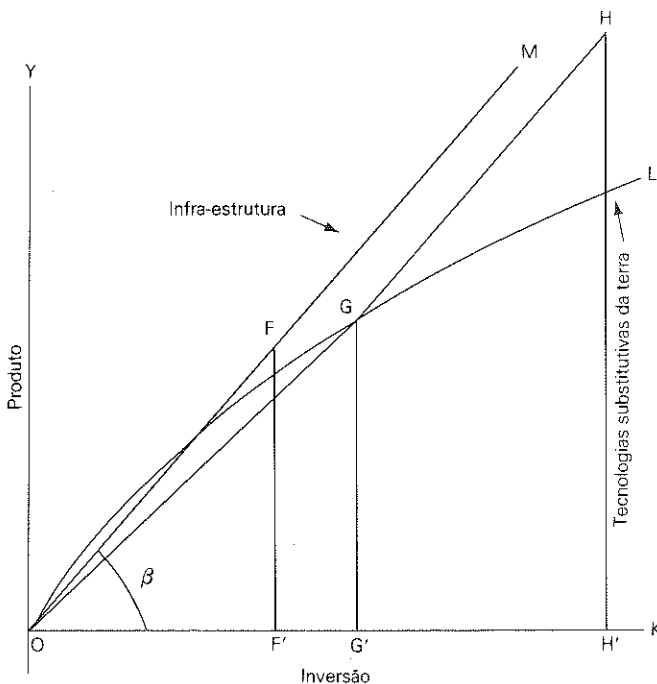


Fig. 5.10 - Relação entre tecnologia, infra-estrutura e produto.





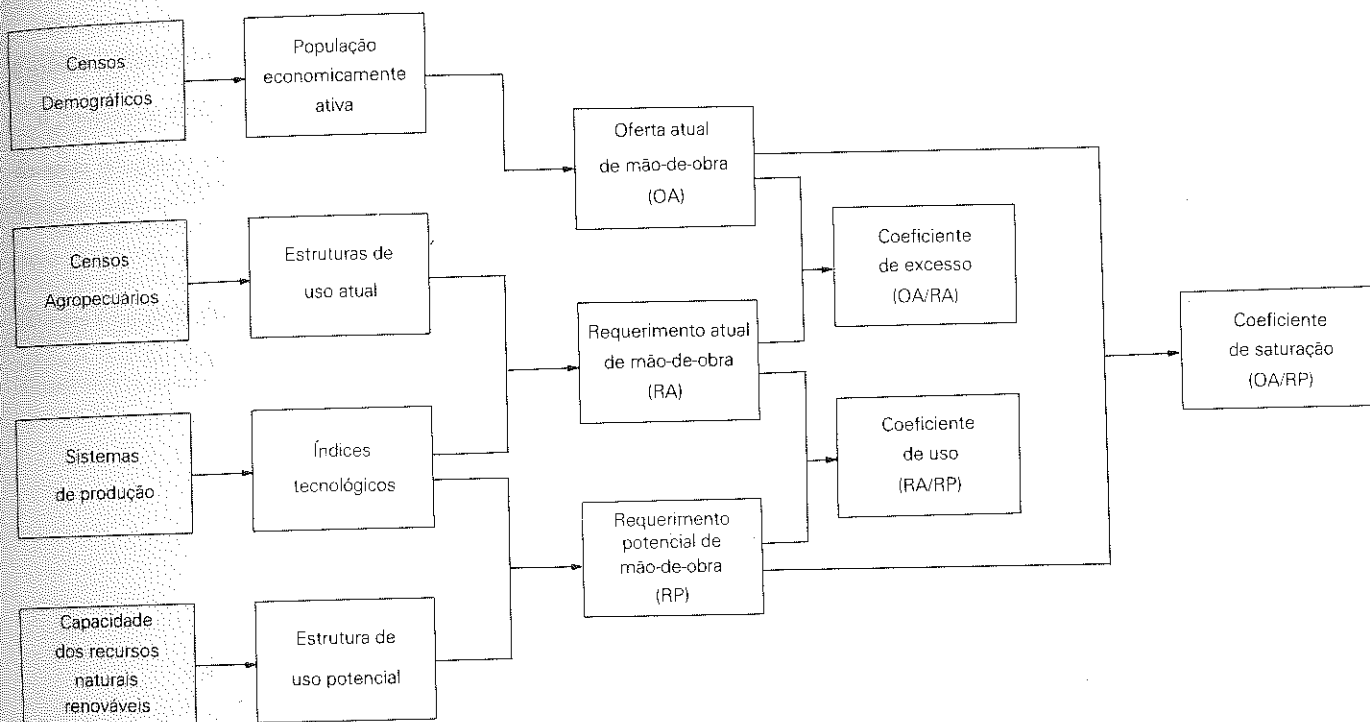


Fig. 5.12 - Capacidade econômica dos recursos naturais renováveis — Determinação das relações uso atual - uso potencial

Por outro lado, ressalte-se que estes dados (Fundação IBGE, 1975) referem-se a estabelecimentos recenseados e não à superfície total dos municípios ou microrregiões. Assim sendo, cumpre-se realizar uma estimativa, admitindo que a estrutura de uso referente aos estabelecimentos recenseados é uma amostra bastante significativa e representativa dos estabelecimentos em geral. Esta hipótese, exceto para a Amazônia, é plenamente sustentável porque o total dos primeiros abrange uma parte considerável do total geral, chegando em muitos casos a representar mais de 90%. No entanto, quando disponíveis meios de ajuste mais confiáveis, obviamente estes deverão ser preferidos.

Índice tecnológico, como aqui conceituado, é a relação homem/terra ( $h/km^2$ ) que reflete a tecnologia e infra-estrutura aplicadas na área sob consideração. Sua obtenção é facilitada pela interpretação dos Sistemas de Produção ou Pacotes Tecnológicos disponíveis, para as diferentes microrregiões, no sistema nacional de extensão agrícola. Seu valor é correspondente à média, ponderada em relação às suas respectivas superfícies, dos coeficientes técnicos correspondentes às culturas englobadas na generalização aceita. Por sua vez, a determinação dos coeficientes técnicos das culturas é, apenas, a soma dos requerimentos de mão-de-obra, por unidade de área, para cada uma das operações de cultivo, dividida pelo número de dias úteis do ano.

Algumas peculiaridades deverão ser levadas em consideração, sobretudo quando se tratar de operações cujo efeito é duradouro. Neste caso é conveniente diluir seu peso pelo número de anos durante os quais se estende sua ação, para se trabalhar com médias o mais representativas possíveis.

O somatório dos produtos da superfície ( $km^2$ ) vezes seus correspondentes índices tecnológicos ( $h/km^2$ ), para cada uma das categorias aceitas na generalização de estrutura atual ou potencial, é igual ao requerimento máximo de mão-de-obra capaz de trabalhar fora da faixa de rendimentos decrescentes e, conseqüentemente, com o máximo de produtividade, dada a estrutura de uso e a tecnologia consideradas, esta última através do respectivo índice.

O detalhe da estrutura de uso potencial definível com razoável segurança depende, como mencionado, da riqueza de informa-

ções contidas nos mapas de capacidade disponíveis e, naturalmente, deverá ser estabelecido com grau compatível ao da estrutura de uso atual, para possibilitar comparações válidas. Assim, por exemplo, para uma estruturação atual por culturas, seria aconselhável definir a potencial com base nas "unidades de capacidade" (vide 5.1.1.2 — Classificação por capacidade de uso), isto é, com base num zoneamento agrícola por culturas propriamente dito.

A Figura 5.1 mostra a estrutura da classificação por capacidade de terras ao nível de classes e, ainda, na faixa diagonal, o uso adequado das diferentes manchas mapeáveis em uma área, com o grau de generalização permitido pelo nível de classificação mencionado. Estas manchas, devidamente quantificadas em termos de superfície, constituem, em resumo, o resultado do levantamento da capacidade agrícola, em termos técnicos.

Note-se que a esta classificação pode ser sobreposta uma outra que, embora mais generalizante, fornece coerência total com os dados censitários, possibilitando uma maior familiaridade e um manuseio mais amplo e útil dos dados contidos nos relatórios técnicos. Assim, verifica-se que as sete classes de capacidade podem ser sistematizadas em quatro categorias, segundo mostra a Tabela 5.XXXV.

TABELA 5.XXXV  
Classes de capacidade e categorias de uso

CLASSES DE CAPACIDADE	CATEGORIAS DE USO
Plenater Lavoter Agriter	Agricultável { Culturas temporárias Culturas temporárias Culturas semipermanentes e permanentes
Mesater Agroster	Agrostável { Culturas permanentes e pastos plantados Pastos plantados
Silvater	Silvicultável
Silvester	Preservação e vida silvestre

O somatório dos produtos das superfícies, correspondentes a cada uma destas categorias de uso, vezes os respectivos índices tecnológicos ( $h/km^2$ ), é igual, como já afirmado, ao requerimento máximo de mão-de-obra capaz de trabalhar fora da faixa de rendimentos decrescentes e, conseqüentemente, com o máximo de produtividade, dada a estrutura potencialmente possível, permitida pela capacidade dos recursos naturais renováveis e a tecnologia considerada.

Finalmente, a oferta atual de mão-de-obra é a parte da população economicamente ativa que efetivamente depende do setor agrícola, incluindo sob esta denominação também a pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca de interior.

As relações existentes entre os três parâmetros determinados, segundo o acima explicado: requerimento máximo atual, requerimento máximo potencial e oferta atual, resultam em coeficientes que permitem conclusões muito interessantes, como se verá a seguir.

O coeficiente de uso está estabelecido pela relação requerimento atual/requerimento potencial. É uma medida clara de adequabilidade do uso atual à capacidade natural dos recursos e destaca se este uso está exercendo função social adequada. Assim, desde este ponto de vista, não é socialmente conveniente que terras da Classe Plenater, por definição, sem limitações para uma agricultura intensiva, estejam sendo usadas com pecuária que tem uma baixa absorção de mão-de-obra. Este seria um caso típico de subutilização cujos efeitos são graves em situações de desemprego ou subemprego.

Da mesma maneira, a situação oposta também é indesejável. O cultivo intensivo de áreas apropriadas para silvicultura, por exemplo, freqüentemente se dá com desequilíbrio ecológico, demandando por isto práticas intensivas de conservação, quando não existir outra alternativa.

Assim, um coeficiente de uso igual ou próximo da unidade denota equilíbrio entre a capacidade natural e o seu uso. Ao contrário, quando menor ou maior que a unidade significa desequilíbrio com sub ou sobreutilização, respectivamente (Fig. 5.1).

A relação oferta atual/requerimento atual define o coeficiente de excesso. Quando superior à unidade, denota excedente de mão-de-obra acima do ponto de máxima produtividade possível da força de trabalho, nas condições das atuais estrutura de uso e tecnologia aplicada. Obviamente, nestas circunstâncias, traduz uma situação de desemprego e/ou subemprego.

A relação oferta atual/requerimento potencial define o coeficiente de saturação que é também o produto dos dois coeficientes anteriormente mencionados.

De fato, um coeficiente de saturação igual ou superior à unidade denota uma situação de verdadeira saturação ou sobre-saturação respectivamente, com a tecnologia atual e mesmo após a modificação da estrutura de uso atual para a potencialmente possível. É sob estas condições que certamente se dão as migrações internas, especialmente da área rural à urbana, pois as alternativas possíveis são a mudança da tecnologia para uma outra, com maior absorção de força de trabalho ou o desenvolvimento dos setores secundário e terciário na mesma área.

O fato de o coeficiente de saturação (S) ser produto dos coeficientes de uso (U) e de excesso (E), isto é, existir a relação:  $S = U \times E$  ou logaritmicamente,  $\log S = \log U + \log E$ ,

demonstra que esta é linear e, conseqüentemente, pode ser representada graficamente em um diagrama estrelar a  $120^\circ$ <sup>(1)</sup> que é uma generalização do diagrama triangular que permite a representação de relações lineares entre três variáveis do tipo geral:  $a + b + c = k$ .

(1) Esta parte, pertinente à representação gráfica dos coeficientes, está escrita com base em uma nota técnica de Henri Méot, técnico do ILPES — Nações Unidas.

- De modo geral apresentam-se três casos:
- quando  $k$  é igual a 1 e as variáveis estão compreendidas entre 0 e 1;
  - quando  $k$  é igual a 0 e as variáveis têm valores quaisquer; e
  - quando  $k$  é diferente de 0.

O primeiro caso corresponde ao diagrama triangular clássico que obviamente é um caso particular do terceiro.

No segundo caso, na relação:

$$a + b + c = 0 \text{ ou } a + b = -c, \text{ fazendo } -c = c' \text{ se tem } a + b = c'$$

que pode ser representada graficamente em um diagrama estrelar a  $120^\circ$  segundo mostra a Figura 5.13.

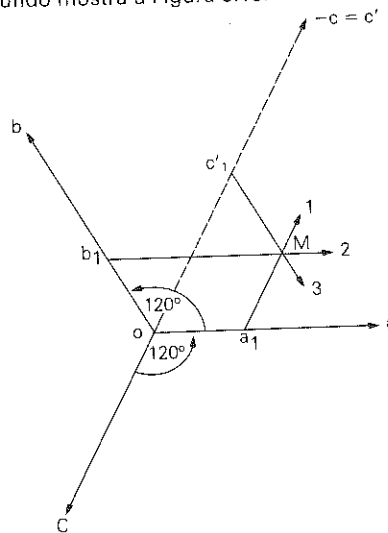


Fig. 5.13 - Diagrama estrelar a  $120^\circ$ .

No terceiro caso,  $k \neq 0$ , se faz necessário deslocar a origem dos eixos, fazendo na equação:

$$A + B + C = K$$

$$A - K/3 = a; B - K/3 = b; C - K/3 = c, \text{ obtendo-se conseqüentemente a relação: } a + b + c = 0$$

que enquadra o problema no segundo caso já analisado.

O diagrama pode ser usado segundo os eixos A, B, C, ou, a, b, c, porém neste último caso é necessário calcular seus eixos correspondentes. A Figura 5.14 mostra claramente esta situação.

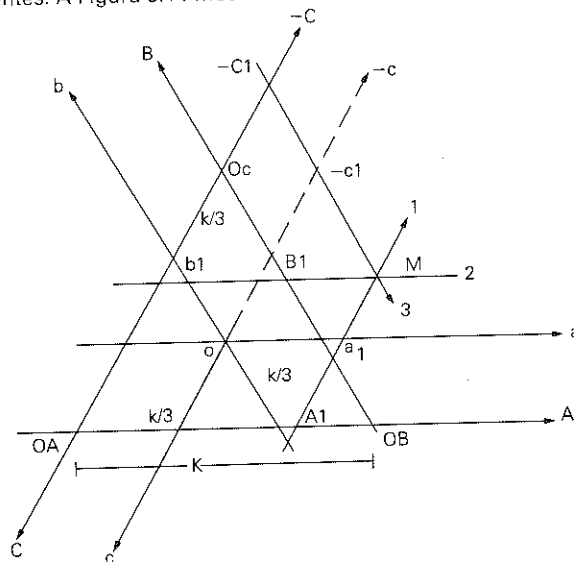


Fig. 5.14 - Diagrama estrelar com deslocamento de eixos.

Compreende-se assim que a relação dos coeficientes de uso, excesso e saturação,  
 $\log U + \log E = \log S$ , ou melhor,  
 $\log U + \log E - \log S = 0$ ,  
 se enquadra no segundo caso pois corresponde à forma geral:  
 $a + b + c = 0$ .

Naturalmente que, sendo seus valores logarítmicos, as escalas de seus eixos terão que ser também logarítmicas.

No caso especial de todos os pontos pertencerem ao mesmo setor do gráfico, poderá ser usada a forma simplificada que segue a construção mostrada no gráfico da Figura 5.15. No entanto, deve-se considerar que pode ser fixada a origem dos eixos "a" e "b" arbitrariamente, porém a origem do terceiro eixo "c" deverá ser fixada em função das duas outras escalas, sendo isto possível pela dependência existente entre suas variáveis.

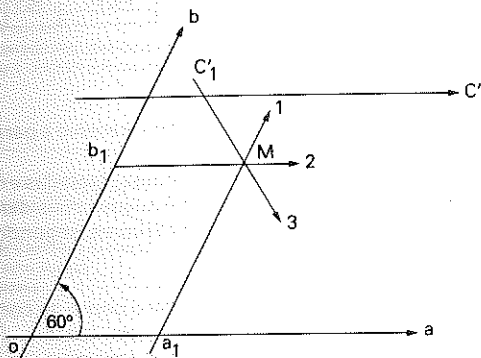


Fig. 5.15 - Forma simplificada do diagrama estrelar.

## 5.2.2 — RESULTADOS OBTIDOS

Dos 42.480 km<sup>2</sup> abrangidos pela Folha SA.24 Fortaleza, uma parte, 607 km<sup>2</sup>, encontra-se sob litígio entre os Estados do Ceará e Piauí. A outra, 41.873 km<sup>2</sup>, é a que corresponde à soma das nove microrregiões integral ou parcialmente nela incluídas (Fig. 5.16).

Todos os resultados aqui considerados referem-se a esta área e, conseqüentemente, toda vez que se fizer referência às microrregiões dever-se-á entender como a parte delas, compreendida na Folha, objeto deste relatório.

Sua estrutura de uso atual, tanto em termos absolutos como percentuais, encontra-se resumida na Tabela 5.XXXVI.

Verifique-se como a área recenseada, para a Folha como um todo, abrange apenas 74% do total geográfico, variando entre os extremos 95% para a microrregião de Uruburetama e de 49% para o Baixo Parnaíba Maranhense<sup>(1)</sup>.

Verifique-se também como, em termos de ocupação de área, a parcela Terras Produtivas Não Utilizadas é apenas superada, por diferença pouco significativa, pela de Pastos Naturais, e que em conjunto representam 53,6%. Esta alta percentagem sugere, naturalmente, alta disponibilidade de terras para uma possível expansão das lavouras que, por sua vez, apenas representam 15,3%.

Este enfoque simplificado do problema nem sempre reflete as reais condições da área e em certos casos deixa muito a desejar, como se verá posteriormente.

Nestas microrregiões são cultivadas sete culturas temporárias e cinco permanentes que, em conjunto, representam mais de 95% da área total colhida<sup>(2)</sup>. Sua relação se encontra contida na Tabela 5.XXXVII, conjuntamente com seus respectivos coeficientes técnicos referentes a absorção de mão-de-obra, em termos de homens/dia/ha que, expressos sob a forma h/km<sup>2</sup> (considerando 200 dias efetivamente trabalhados em um ano) também se encontram nas Tabelas 5.XXXVIII e 5.XXXIX, referentes à área colhida destas mes-

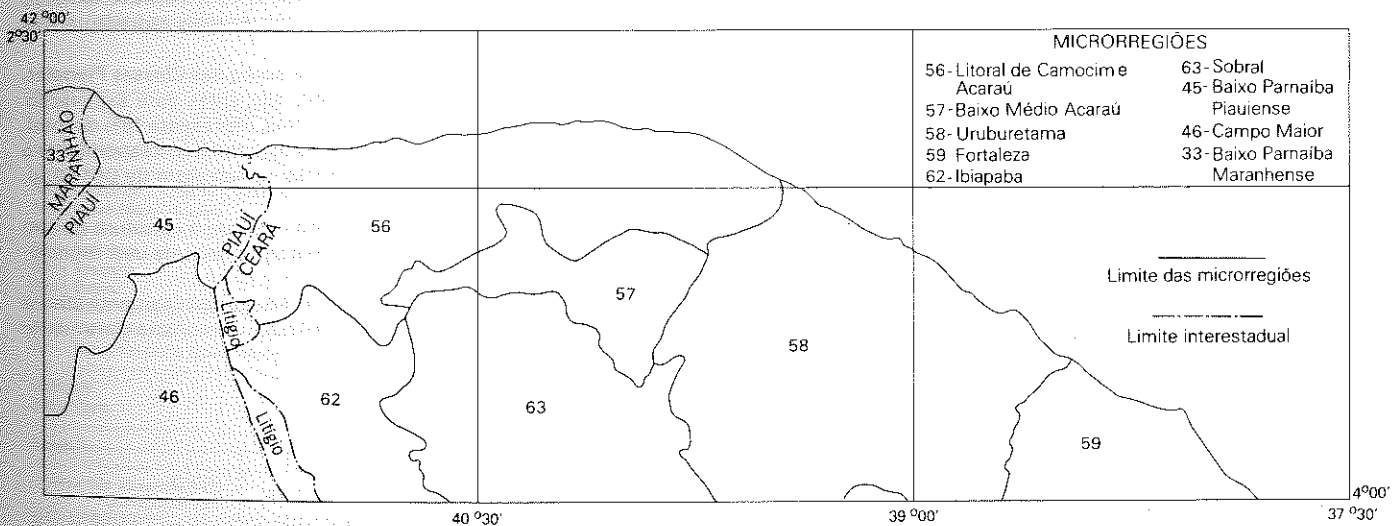


Fig. 5.16 - Representação esquemática das Microrregiões da Folha SA.24 Fortaleza.

mas culturas. Observe-se que, nestas, a última coluna diz respeito aos índices tecnológicos ou médias ponderadas dos coeficientes em relação às áreas ocupadas por cada uma delas, em cada microrregião.

A quantificação do rebanho bovino, suíno, caprino e ovino está incluída na Tabela 5.XL. Poder-se-ia também determinar os índices tecnológicos à semelhança do que se tem feito com as culturas temporárias e permanentes. No entanto, devido à ausência de sistemas de produção com especificidade de absorção de mão-de-obra, tem-se preferido quantificá-la de forma indireta e só para o

rebanho bovino que, embora numericamente represente apenas 37% do total, em termos de peso é responsável por 85% do total, sendo, portanto, bem mais significativo.

Os índices aceitos (2 e 1,1 h/km<sup>2</sup>) admitem uma demanda de força de trabalho de 1 homem para cada 50 unidades animais e uma capacidade suporte de 1 e 0,5 unidades animal por hectare

(1) Dados referentes a 1970. O censo agropecuário de 1975 para o Ceará ainda não estava disponível nesta data.

(2) Produção Agrícola Municipal, 1975 — IBGE.



TABELA 5. XXXVI  
Caracterização espacial das microrregiões — uso atual. Folha SA.24 Fortaleza

MICRORREGIÕES	TOTAL* (A)	RECE- SEADO (B)	B A	LAVOURAS				PASTAGENS				MATAS				TERRAS PRODUTIVAS NÃO UTILIZADAS		TERRAS IMPRODUTIVAS	
				Permanentes		Temporárias		Naturais		Plantadas		Naturais		Plantadas		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
				km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%				
56 — Litoral de Camocim e Acaraú	8.643	4.812	56	430	8,9	396	8,2	1.338	27,8	18	0,4	1.242	25,8	13	0,3	1.097	22,8	278	5,8
57 — Baixo Médio Acaraú	2.530	1.559	62	100	6,4	156	10,9	655	42,0	13	0,8	470	30,2	3	0,2	91	5,8	71	4,6
58 — Uruburetama	10.229	9.763	95	1.078	11,0	611	6,3	2.602	26,7	62	0,6	2.602	26,7	8	0,1	2.165	22,1	635	6,5
59 — Fortaleza	2.715	2.027	75	241	11,9	170	8,4	412	20,3	31	1,5	564	32,8	4	0,2	371	18,3	134	6,6
62 — Ibiapaba	2.648	1.866	70	91	4,9	267	14,3	279	15,0	7	0,4	344	18,4	4	0,2	616	33,0	258	13,8
63 — Sobral	5.643	5.249	93	254	4,9	594	11,3	2.118	40,3	70	1,3	1.247	23,8	10	0,2	671	12,6	285	5,4
45 — Baixo Parn. Piauiense	4.255	2.675	63	23	0,9	163	6,1	489	18,3	16	0,6	662	24,7	1	0,0	1.239	46,3	82	3,1
46 — Campo Maior	4.377	2.541	58	21	0,8	92	3,6	587	23,1	11	0,4	227	9,0	1	0,0	1.562	61,5	40	1,6
33 — Baixo Parn. Maranhense	798	387	49	5	1,3	28	7,2	135	34,9	5	1,3	87	22,5	—	0,0	115	29,7	12	3,1
<b>TOTAL</b>	<b>41.873</b>	<b>30.879</b>	<b>74</b>	<b>2.243</b>	<b>7,3</b>	<b>2.477</b>	<b>8,0</b>	<b>8.515</b>	<b>27,9</b>	<b>233</b>	<b>0,8</b>	<b>7.545</b>	<b>24,4</b>	<b>44</b>	<b>0,1</b>	<b>7.927</b>	<b>25,7</b>	<b>1.795</b>	<b>5,8</b>

\* Corresponde à soma das áreas das microrregiões parcial ou totalmente incluídas na Folha SA.24, excluindo-se as áreas em litígio.

TABELA 5. XXXVII  
Coeficientes técnicos das culturas temporárias e permanentes (h: d:ha)

	TOTAL	PRE- PARO DA ÁREA*	PRE- PARO DO SOLO**	PLAN- TIO**	TRATOS CULTU- RAIS***	COLHEI- TA***	CONSOR- CÍOS
Milho	40	—	7	2	17	14	
Feijão	38	—	4	2	18	14	
Mandioca	79	—	14	5	37	23	
Arroz	120	—	11	3	78	28	
Cana-de-açúcar	191	—	6	4	106	75	
Algodão herbáceo	58	—	14	6	26	12	
Mamona	31	—	4	2	11	14	
Algodão arbóreo	30	1	1	1	8	14	5
Caju	24	1	1	1	5	11	5
Banana	88	2	4	2	55	25	—
Coco-da-baia	39	1	1	1	9	20	7
Café	102	2	2	1	28	69	—

\* Operação considerada permanente, diluída em 50 anos. \*\* Diluída no número de anos de vida comercial da cultura: algodão—5; caju—10; banana—5; coco-da-baia—15; café—14; temporárias—1. \*\*\* Média dos anos de vida comercial da cultura.  
Fontes: Sistemas de produção para o arroz, 1976; Sistemas de produção para cultura do coco-da-baia, 1975; Sistemas de produção para cultura do cajueiro, 1975; Sistemas de produção para algodão herbáceo, 1976; Sistemas de produção para banana, 1977; Sistemas de produção para algodão herbáceo, 1976; Sistemas de produção para milho, 1976; Sistemas de produção para algodão arbóreo, 1975; SUPLAN, 1975; Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Piauí, 1977.

para pastos plantados em regime semi-intensivo e para pastos naturais, respectivamente.

Já os aceites para exploração de matas plantadas e naturais (3 e 0,2 h/km<sup>2</sup>, respectivamente) foram calculados considerando como atividade do setor apenas o corte das árvores, segundo os seguintes parâmetros:

- número de árvores/homem/ano ..... 800
- número de anos de crescimento até o ponto de corte ..... 10
- densidade de árvores/ha para matas plantadas ..... 250
- densidade de árvores/ha para matas naturais ..... 16

Por outro lado, a Tabela 5.XLI resume, a nível de classes, o levantamento dos recursos naturais da Folha. Nela pode-se observar a ausência total da Classe Plenater que, por definição, engloba os recursos que não apresentam limitações a seu aproveitamento e que as Classes Mesater e Agroster são as mais representativas pois perfazem 73% do total.

É também interessante notar que a soma das Classes Plenater, Lavoter e Agriter, que, grosso modo, são aptas para exploração com culturas temporárias e permanentes, representa 18% do total. Isto é, uma percentagem ligeiramente superior à correspondente à participação destas mesmas lavouras na estrutura de uso atual, anteriormente comentada.

De qualquer maneira, estes dados refletem a estrutura de uso potencial através da superposição das categorias de uso, mencionadas na metodologia.

A Tabela 5.XLII, referente à população economicamente ativa e seu correspondente setor de dependência, demonstra claramente

TABELA 5. XXXVIII  
Área colhida e índices tecnológicos para as culturas temporárias

MICRORREGIÕES HOMOGÊNEAS	MILHO	FEIJÃO	MANDIOCA	ARROZ	CANA-DE- AÇÚCAR	ALGODÃO HERBÁCEO	MAMONA	TOTAL	ÍNDICE TECNOLÓGICO**
Coeficientes técnicos (h:km <sup>2</sup> )	20	19	40	60	96	29	15		
56 — Litoral de Camocim e Acaraú	177	361	175	20	1	19	10	763	25,4
57 — Baixo Médio Acaraú	36	46	25	3	—	3	3	116	25,1
58 — Uruburetama	417	409	236	12	95	85	41	1.295	29,7
59 — Fortaleza	348	266	225	32	69	2	1	943	31,4
62 — Ibiapaba	84	93	203	3	140	1	4	528	48,0
63 — Sobral	237	144	62	16	35	39	24	557	28,3
45 — Baixo Parnaíba, PI	114	58	49	148	3	30	3	405	38,0
46 — Campo Maior, PI	487	197	122	316	38	2	1	1.263	35,7
33 — Baixo Parnaíba, MA	140	55	176	233	29	8	—	641	43,5
Folha SA.24 Fortaleza	2.040	1.629	1.373	783	410	189	87	6.511	33,74

\* Área colhida em km<sup>2</sup>.

\*\* Média ponderada dos coeficientes técnicos.

Fontes: Tabela 5. XXXVII e Produção Agrícola Municipal do Ceará, Piauí e Maranhão, 1975.

TABELA 5. XXXIX  
Área colhida e índices tecnológicos para as culturas permanentes

MICRORREGIÕES HOMOGÊNEAS	CULTURAS*	ALGODÃO ARBÓREO	CAJU	BANANA	COCO-DA-BAIA	CAFÉ	TOTAL	ÍNDICE TECNOLÓGICO**
	Coefficientes técnicos (h/km <sup>2</sup> )	15	12	44	19	50		
56 — Litoral de Camocim e Acaraú		25	187	2	19	—	233	13,2
57 — Baixo Médio Acaraú		50	24	2	1	—	77	14,9
58 — Uruburetama		925	140	70	18	3	1.156	16,6
59 — Fortaleza		603	38	96	36	—	773	18,6
62 — Ibiapaba		2	7	21	—	69	99	45,3
63 — Sobral		334	31	15	3	3	386	16,2
45 — Baixo Parnaíba, PI		14	5	1	1	—	21	15,9
46 — Campo Maior, PI		5	44	4	1	—	54	14,8
33 — Baixo Parnaíba, MA		6	1	3	4	—	14	22,1
Folha SA.24 Fortaleza		1.964	477	214	83	75	2.813	17,75

\* Área colhida em km<sup>2</sup>.

\*\* Média ponderada dos coeficientes técnicos.

Fontes: Tabela 5. XXXVII e Produção Agrícola Municipal do Ceará, Piauí e Maranhão, 1975.

TABELA 5. XL  
Utilização do espaço agropecuário (rebanho — 1970)

MICRORREGIÕES	BOVINOS		SUÍNOS		CAPRINOS		OVINOS		TOTAL
	N.º absoluto	Percentual	N.º absoluto	Percentual	N.º absoluto	Percentual	N.º absoluto	Percentual	
56 — Litoral de Camocim e Acaraú	78.322	31,0	66.032	26,2	68.751	27,3	39.049	15,5	252.154
57 — Baixo Médio Acaraú	32.423	34,7	20.479	21,9	18.194	19,4	22.452	24,0	93.548
58 — Uruburetama	131.337	43,0	48.323	15,8	76.764	25,2	48.750	16,0	305.174
59 — Fortaleza	47.564	64,8	9.641	13,1	6.647	9,1	9.535	13,0	73.387
62 — Ibiapaba	19.775	38,0	17.357	33,3	6.946	13,3	8.005	15,4	52.083
63 — Sobral	117.889	41,6	42.148	14,9	39.146	13,8	84.149	29,7	283.332
45 — Baixo Parnaíba Piauiense	45.917	30,9	42.171	28,3	41.410	27,8	19.332	13,0	148.830
46 — Campo Maior	23.787	19,9	41.605	34,7	35.274	29,4	19.197	16,0	119.863
33 — Baixo Parnaíba Maranhense	7.408	43,3	4.766	27,8	3.340	19,5	1.607	9,4	17.121
Total	504.422	37,5	292.522	21,8	296.472	22,0	252.076	18,7	1.345.492

Fonte: Censo Agropecuário do Ceará, Piauí, Maranhão, 1970 — IBGE.

TABELA 5. XLI  
Área das classes de capacidade de uso nas microrregiões

MICRORREGIÕES	CLASSES*	PLENATER	LAVOTER	AGRITER	MESATER	AGROSTER	SILVATER	SILVESTER	TOTAL
56 — Litoral de Camocim e Acaraú		—	—	305	4.765	2.863	16	694	8.643
57 — Baixo Médio Acaraú		—	—	274	949	1.260	78	69	2.530
58 — Uruburetama		—	49	2.860	2.596	3.697	785	242	10.229
59 — Fortaleza		—	23	257	1.136	945	292	62	2.715
62 — Ibiapaba		—	96	514	443	1.313	—	318	2.684
63 — Sobral		—	191	1.862	1.041	2.053	261	235	5.643
45 — Baixo Parnaíba Piauiense		—	104	354	2.439	1.114	11	233	4.255
46 — Campo Maior		—	—	805	1.185	2.356	31	—	4.377
33 — Baixo Parnaíba Maranhense		—	20	—	9	458	—	311	798
Subtotal		—	483	7.230	14.463	16.059	1.474	2.163	41.873
Área litígio		—	—	4	1	464	138	—	607
Totais		—	483	7.234	14.464	16.523	1.612	2.163	42.480

\* Área das classes em km<sup>2</sup>.

um predomínio do setor agrícola, com 39,5%, porém esta concentração fica mais evidente quando se faz abstração da microrregião de Fortaleza pois, neste caso, sua participação é de 66%.

Por outro lado, 76% da força ativa concentra-se em apenas três microrregiões: Fortaleza, Sobral e Uruburetama, que representam 48%, 14% e 14%, respectivamente. No entanto, atente-se ao caráter eminentemente rural da última, quase 82% no setor agrícola, em comparação com Sobral que tem uma participação consideravelmente inferior, 43,4%.

Chama também a atenção o fato de as microrregiões de Sobral e Baixo Médio Acaraú apresentarem percentuais superiores ao de Fortaleza, no que diz respeito ao setor indústria.

Com todos os dados anteriormente analisados, referentes às estruturas de uso atual e potencial, bem como aos índices tecnoló-

gicos e à população economicamente ativa do setor agrícola, apresenta-se, a seguir, uma série de resultados e comentários para cada uma das microrregiões e para a Folha objeto deste relatório como um todo.

#### 5.2.2.1 — Microrregião 56 — Litoral de Camocim e Acaraú

Esta microrregião, localizada na parte centro-norte da Folha, ocupa uma superfície de 8.643 km<sup>2</sup>, dos quais 4.812 estão nos estabelecimentos recenseados em 1970. Sua estrutura de uso atual, em termos relativos, difere pouco da correspondente à Folha como um todo (Tab. 5.XXXVI). A área declarada como produtiva, porém não utilizada, abrange 23% do total, isto é, apenas ligeiramente inferior aos percentuais correspondentes a matas e pastos

TABELA 5. XLII  
População economicamente ativa e setor de dependência

MICROR-REGIÃO	SETOR DE DEPENDÊNCIA	TOTAL	AGRI-CULTURA*		INDÚSTRIA		COMÉRCIO		SERVIÇOS		TRANSPOR-TES**		SOCIAIS		ADM. PÚBLICA		OUTROS	
			N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.	N.º ab-soluto	Per-cent.
56	Litoral de Camocim e Acaraú	49.019	36.514	74,5	5.279	10,8	2.144	4,4	2.205	4,5	935	1,9	951	1,9	420	0,8	571	1,2
57	— Baixo Médio Acaraú	19.080	11.480	60,2	5.995	31,4	595	3,1	510	2,7	93	0,5	251	1,3	60	0,3	96	0,5
58	— Uruburetama	81.054	66.309	81,8	3.836	4,7	2.871	3,6	3.589	4,4	959	1,2	1.658	2,1	585	0,7	1.247	1,5
59	— Fortaleza	282.450	31.262	11,1	65.044	23,1	45.433	16,1	62.144	22,0	17.915	6,3	23.553	8,3	18.380	6,5	18.719	6,6
62	— Ibiapaba	25.569	22.127	86,5	1.008	3,9	845	3,3	786	3,1	182	0,7	331	1,3	148	0,6	142	0,6
63	— Sobral	81.166	35.220	43,4	28.599	35,2	4.916	6,1	6.472	7,9	1.314	1,6	2.020	2,5	698	0,9	1.927	2,4
45	— Baixo Parnaíba Piauiense	34.003	16.336	48,0	4.180	12,3	3.060	9,0	4.187	12,3	1.755	5,2	1.691	5,0	706	2,1	2.088	6,1
46	— Campo Maior	11.242	8.941	79,5	614	5,5	422	3,8	648	5,8	152	1,3	222	2,0	128	1,1	115	1,0
33	— Baixo Parnaíba Maranhense	4.478	3.829	85,5	339	7,6	67	1,5	90	2,0	23	0,5	45	1,0	23	0,5	62	1,4
Total		588.061	232.018	39,5	114.894	19,5	60.353	10,3	80.631	13,7	23.328	4,0	30.722	5,2	21.148	3,6	24.967	4,2

\* Inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca. \*\* Inclui também comunicações e armazenagem.  
Fonte: Censo Demográfico, 1970 — IBGE.

naturais, 26 e 28%, respectivamente. Estes dados denotam uma alta disponibilidade de terras para a expansão das culturas temporárias e permanentes, pois, somados, representam 77% da área total.

Em termos de capacidade natural, determinada através do levantamento, cujo relatório está contido na primeira parte destes estudos, a área disponível para esse tipo de atividade, isto é, a soma das áreas das Classes Plenater, Lavoter, Agriter e parte da Mesater, correspondente à subclasse por solo, representa 57% da superfície total. Assim, este dado confirma a disponibilidade mencionada quando comparado com os 17% atualmente cultivados, embora não na magnitude sugerida pela estrutura de uso atual.

Conseqüentemente, esta microrregião ainda pode ser considerada como de fronteira agrícola ou, pelo menos, constata-se não ter atingido o estágio máximo de expansão. Este aspecto torna-se mais evidente pela análise de seus coeficientes de excesso de mão-de-obra, de uso e saturação, conforme se constatará a seguir (Fig. 5.17).

A relação oferta atual/requerimento atual ou coeficiente de excesso de mão-de-obra ( $36.514/31.472 = 1,16$ ) demonstra a existência de um excedente de força de trabalho 16% superior ao máximo que a microrregião pode absorver sob condições simultâneas de maior produção e mais alta produtividade por homem ocupado. Este índice pode também ser aceito como uma medida do desemprego e/ou subemprego lá existente no setor agropecuário que, por outro lado, representa quase 75% das fontes de trabalho. Desta maneira, nas atuais condições de tecnologia e estrutura de uso, não seria aconselhável uma maior absorção de mão-de-obra nesse setor, a menos que seja acompanhada de modificações nas condições anotadas.

Naturalmente que as modificações tecnológicas só contribuiriam à solução do problema se esta mudança diminuísse ou anulasse as tecnologias substitutivas de mão-de-obra. Este caminho, porém, é pouco viável dentro de um mercado exigente em competitividade de preços pois, obviamente, viria acompanhado de uma queda na produtividade por homem ocupado.

Por outro lado, toda mudança na estrutura de uso está inteiramente condicionada pela relação existente entre o requerimento máximo atual de mão-de-obra, em condições de máximas produção e produtividade com a tecnologia e estrutura atuais, e o requerimento máximo potencial, nas condições da atual tecnologia e estrutura em equilíbrio com a capacidade natural dos recursos. Esta relação ou coeficiente de uso é, no caso desta microrregião, igual a 0,46 e coloca em evidência uma acentuada subutilização. Assim, uma reacomodação de estrutura de uso, no sentido de se ajustar à capacidade natural, absorveria o excedente populacional já men-

cionado, sem o condicionamento da redução no uso de tecnologias substitutivas de mão-de-obra e sem diminuição da produtividade por homem ocupado.

Pode-se também afirmar que não só é possível a absorção do excedente mencionado, equivalente a 5.042 homens, como ainda é viável o acréscimo de mais de 31.860 que equivalem a 87% da oferta atual.

Este aspecto também fica evidenciado pela relação oferta atual/requerimento potencial ( $36.514/68.374 = 0,53$ ) que demonstra que a população economicamente ativa absorvida no setor representa apenas 53% da máxima possível com a tecnologia atual, estrutura de uso coerente com a capacidade dos recursos naturais renováveis e, ainda, com o máximo de produção e produtividade possível nessas condições.

#### 5.2.2.2 — Microrregião 57 — Baixo Médio Acaraú

É a mais central e seus 2.530 km<sup>2</sup> de área total se encontram integralmente na Folha em consideração. Em termos relativos, sua estrutura de uso atual (Tab. 5.XXXVI) difere da média geral da Folha e da maioria das outras microrregiões pelo fato de apresentar um baixo percentual de terras produtivas não utilizadas (6%). Por outro lado, a superfície ocupada com culturas (16%), sejam estas temporárias ou permanentes, corresponde à situação geral, bem como os altos percentuais de pastos e matas naturais que, neste caso, somados perfazem 72% do total.

Aqui, também, estes dados refletem uma alta disponibilidade de terras para a expansão das culturas. No entanto, se encontram em desacordo com a estrutura potencial, resultante do levantamento objeto do relatório apresentado na primeira parte destes estudos e cujo resumo também se encontra na Figura 5.18. Nele verifica-se que a soma das classes consideradas cultiváveis, isto é, Plenater, Lavoter, Agriter, e a subclasse por solo da Mesater, representa apenas 33% (836 km<sup>2</sup>) do total da microrregião.

Por outro lado, verifique-se que tanto a estrutura de uso atual como a potencial (Fig. 5.18), através de seus respectivos produtos com os índices tecnológicos aceitos e a população economicamente ativa, geram os três conceitos seguintes de força de trabalho, relativos à mesma área:

- oferta atual de mão-de-obra ..... 11.480 h/ano
- requerimento atual de mão-de-obra ..... 10.143 h/ano
- requerimento potencial de mão-de-obra ..... 14.541 h/ano

A relação requerimento atual/requerimento potencial, isto é, o coeficiente de uso ( $10.143/14.541 = 0,70$ ) denota que há, na microrregião em apreço, uma subutilização de seus recursos naturais re-

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra atuais

População economicamente ativa e setor de dependência — 1970

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	396	711	8,2	25,4	18.059	57,4	Agricultura*	36.514	74,5
Culturas permanentes	430	772	8,9	13,2	10.190	32,4	Indústria	5.279	10,8
Pastos cultivados	18	32	0,4	2,0	64	0,2	Comércio	2.144	4,4
Pastos naturais	1.338	2.404	27,8	1,1	2.644	8,4	Serviços	2.205	4,5
Matas plantadas	13	23	0,3	3,0	69	0,2	Transportes**	935	1,9
Matas naturais	1.242	2.232	25,8	0,2	446	1,4	Sociais	951	1,9
Terras produtivas não utilizadas*	1.097	1.970	22,8	—	—	—	Adm. pública	420	0,8
Terras improdutivas	278	499	5,8	—	—	—	Outras	571	1,2
Total	4.812	8.643	100,0	—	31.472	100,0	Total	49.019	100,0

\* Inclui terras em descanso.

\*\* Coeficiente de correção:  $8.643 \cdot 4.812 = 1.7961346$ .

\* Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\* Inclui também comunicação e armazenagem.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSÉS DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
			305	4.765	2.863	16	694	8.643	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)										25,4	
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			305	4.611				4.916	56,9	13,2	64.891
Pastos (plantados)				154				154	1,8	2,0	308
Pastos (naturais)					2.863			2.863	33,1	1,1	3.149
Matas						16		16	0,2	1,6	26
Vida silvestre							694	694	8,0	—	—
											68.374

Coeficientes

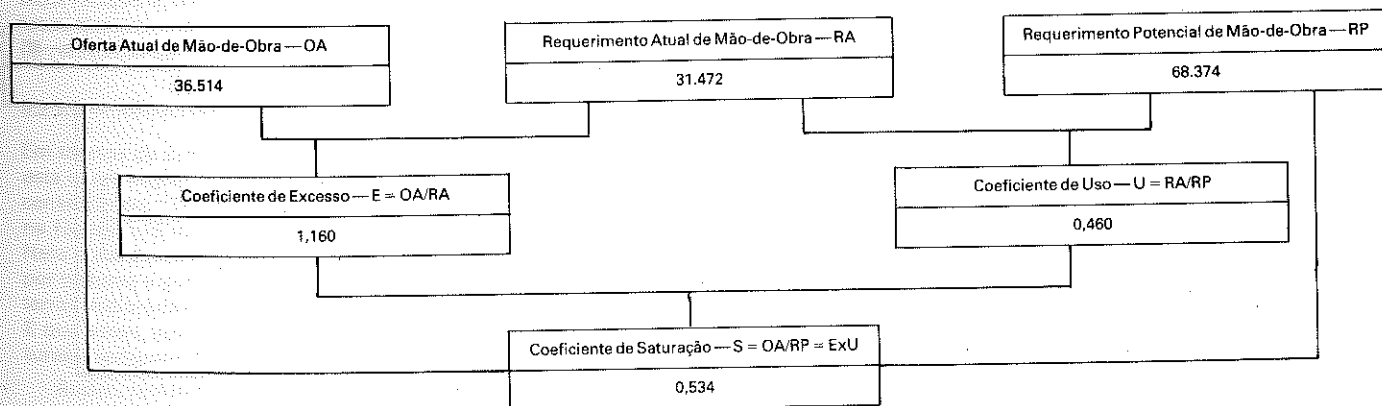


Fig. 5.17 — Microrregião 56 - Litoral de Camocim e Acaraú. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.



DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano.km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	156	253	10,0	25,1	6.350	62,6	Agricultura*	11.480	60,2
Culturas permanentes	100	162	6,4	14,9	2.414	23,8	Indústria	5.995	31,4
Pastos cultivados	13	21	0,8	2,0	42	0,4	Comércio	595	3,1
Pastos naturais	655	1.063	42,0	1,1	1.169	11,5	Serviços	510	2,7
Matas plantadas	3	5	0,2	3,0	15	0,2	Transportes**	93	0,5
Matas naturais	470	763	30,2	0,2	153	1,5	Sociais	251	1,3
Terras produtivas não utilizadas*	91	148	5,8	—	—	—	Adm. pública	60	0,3
Terras improdutivas	71	115	4,6	—	—	—	Outras	96	0,5
Total	1.559	2.530	100,0		10.143	100,0	Total	19.080	100,0

\*Inclui terras em descanso.  
 \*\*Coeficiente de correção: 2.530 1.559 — 1,6228351.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

## Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano.km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
			274	849	1.260	78	69	2.530	100,0		
Horticultura										25,1	—
Lavouras (temp.)											
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			274	562				836	33,0	14,9	12.456
Pastos (plantados)				287				287	11,3	2,0	574
Pastos (naturais)					1.260			1.260	49,8	1,1	1.386
Matas						78		78	3,1	1,6	125
Vida silvestre							69	69	2,7	—	—
											14.541

## Coeficientes

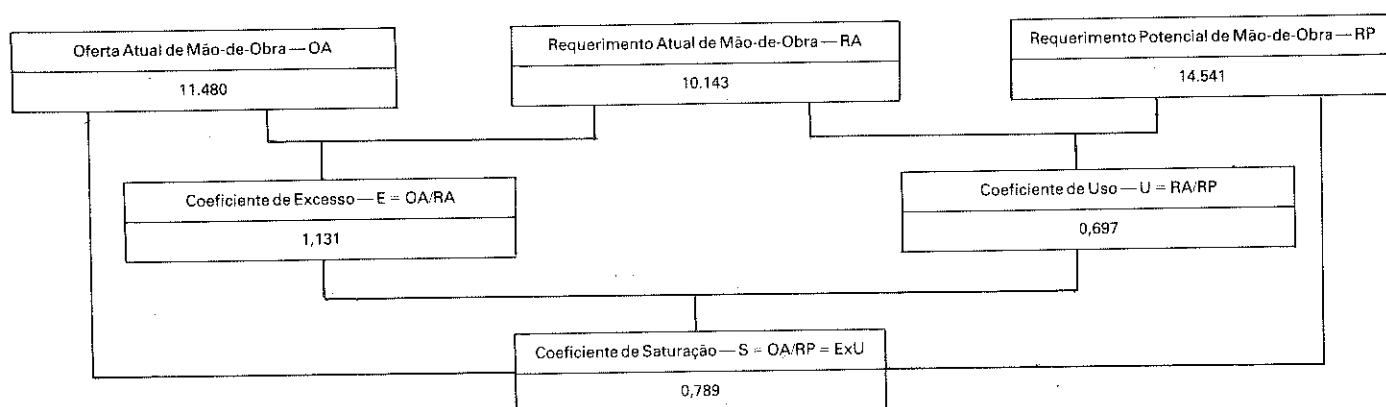


Fig. 5.18 — Microrregião 57 - Baixo Médio Acaraú. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

nováveis, considerando suas estruturas de uso e tecnologia atuais e a quantidade de pessoas que, nessas condições, poderiam trabalhar com a máxima produtividade possível. No caso específico desta microrregião pode-se ainda afirmar que além das áreas declaradas produtivas não utilizadas existe uma superfície considerável de áreas que comportam um uso mais intensivo daquele que está sendo praticado, possivelmente por freios decorrentes de uma má estrutura fundiária.

A relação oferta atual/requerimento atual ( $11.480/10.143 = 1,13$ ), ou coeficiente de excesso, mostra que há um excedente de mão-de-obra 13% superior ao máximo que a microrregião pode absorver antes de atingir o ponto de produtividade marginal. Constata-se, assim, que existe uma situação de desemprego ou subemprego no setor.

De qualquer maneira, um excedente da ordem anotada não pode ainda ser considerado alarmante, dada a generalização aceita na análise, porém constitui-se em uma evidência clara de que se está trabalhando na faixa que, sob este ângulo, pode ser considerada como de equilíbrio. Isto significa que a partir desta situação seria contraproducente qualquer estímulo para uma maior absorção de mão-de-obra no setor, a menos que, simultaneamente, sejam introduzidas modificações na tecnologia aplicada ou na estrutura de uso atual.

Considere-se, porém, que mudanças tecnológicas no sentido de minimizar o uso de tecnologias substitutivas de mão-de-obra, apesar de evidente cunho social que elas encerram, são conflitantes com a competitividade do mercado e a economia de escala próprios do sistema capitalista. Desta forma, esta solução apesar de teoricamente correta é, na prática, de difícil execução.

Em que sentido seria desejável a segunda das modificações? Naturalmente, incentivando a ampliação das áreas ocupadas com atividades que absorvem muita mão-de-obra, isto é, via ampliação de lavouras, especialmente temporárias. Neste sentido, a primeira relação ou coeficiente de uso demonstra que este caminho é viável, em termos gerais.

A situação anterior fica melhor evidenciada pelo coeficiente de saturação ou relação oferta atual/requerimento potencial ( $11.480/14.541 = 0,79$ ). Este coeficiente, que expressa o equilíbrio real entre a população ocupada no setor primário e os recursos naturais, pois é uma medida do excedente de mão-de-obra que existiria caso se aplicasse apenas a necessária para obter o máximo de produção e produtividade permitida pela tecnologia considerada, utilizando os recursos naturais com a máxima intensidade possível, nos limites de sua capacidade natural, demonstra, claramente, um estado de não saturação. No entanto, ressalte-se que o equilíbrio será atingido com a incorporação de uma força de trabalho equivalente a, apenas, 3.061 homens que em termos populacionais significa um acréscimo de mais ou menos 13.000 habitantes, guardada a atual relação entre população economicamente ativa e população total. Neste mesmo raciocínio, é oportuno lembrar que os dados de referência correspondem a 1970.

#### 5.2.2.3 — Microrregião 58 — Uruburetama

Em termos de área contida na Folha SA.24 Fortaleza (10.229 km<sup>2</sup>) esta microrregião é a maior. De sua área total mais de 95% foi recenseado em 1970 de forma que a estrutura de uso atual, refletida na Figura 5.19 é, certamente, uma boa medida da situação real. Nela constata-se que 1.770 km<sup>2</sup>, ou 17% da área, estão ocupados por culturas e que 2.268 km<sup>2</sup>, equivalentes a 22%, correspondem a terras declaradas como produtivas não utilizadas ou em descanso. E que estas, somadas às correspondentes a matas e pastos naturais, perfazem 7.222 km<sup>2</sup> ou 76% do total.

Assim, também neste caso, os dados parecem sugerir boas possibilidades de expansão agrícola pela incorporação das três parcelas mencionadas.

Já o levantamento da capacidade de uso dos seus recursos naturais, cujo resumo também se encontra na referida figura, demonstra a existência de 4.270 km<sup>2</sup> aptos a esse tipo de atividade, soma das Classes Plenater, Lavoter, Agriter e parte da Mesater, representando 42% da área total. Assim, há efetivamente possibilidades de expansão, enfocado o problema sob este ângulo, embora não na medida que a estrutura de uso atual deixa transparecer.

Convém, também, ressaltar o caráter eminentemente agrícola desta microrregião, pois 82% de sua população economicamente ativa estão atrelados ao setor primário de sua economia. Esta população é, por outro lado, uma das maiores, praticamente igual à de Sobral e apenas inferior à de Fortaleza. Desta maneira, não estranha o elevado coeficiente de excesso, igual a 1,60, que revela a presença de uma população economicamente ativa dependente do mencionado setor, consideravelmente mais elevada que o máximo requerido nas condições de estrutura de uso e tecnologia atualmente aplicadas. Este excedente, 24.845 pessoas economicamente ativas, representa 37,5% da oferta atual.

Constata-se, assim, uma situação que qualquer programa referente à política rural-agrícola deverá necessariamente considerar, pois denota um elevado nível de subemprego e muito baixo de produtividade.

Paradoxalmente, esta mesma microrregião apresenta um coeficiente de uso (0,52) que denota uma subutilização dos recursos naturais tal que, se reorganizada sua estrutura de uso de acordo com a capacidade natural dos mesmos, o requerimento máximo de mão-de-obra, que atualmente é da ordem dos 41.000 homens, poderia ser quase duplicado e desta forma absorveria com folga o excesso revelado pelo coeficiente anterior. Naturalmente que a coexistência destes dois problemas antagonísticos, excesso de mão-de-obra e subutilização, tem muito a ver com o tipo de estrutura fundiária dominante na região, porém sua análise foge ao alcance deste trabalho.

A relação oferta atual/requerimento potencial ( $66.309/79.317 = 0,84$ ) ou coeficiente de saturação sintetiza melhor a situação da microrregião, pois mostra que não só é possível a absorção do excedente como é viável um acréscimo de mais 13.008 homens antes de entrar na faixa de rendimentos decrescentes, caso se ajustar a estrutura de uso atual à potencial permitida pela capacidade dos recursos, e dentro do marco da tecnologia atualmente utilizada. É oportuno lembrar que a introdução de tecnologia mais sofisticada, que fatalmente ocorrerá, trabalhará sempre no sentido de reduzir a folga anotada e, por isto, do ponto de vista social, não devem ser esperadas grandes contribuições das mudanças nesse sentido, pelo menos não tão grandes como as que podem ser esperadas do ponto de vista meramente econômico.

#### 5.2.2.4 — Microrregião 59 — Fortaleza

A parte desta microrregião, compreendida na Folha SA.24 Fortaleza, corresponde a uma superfície de 2.715 km<sup>2</sup> que inclui a totalidade dos municípios Aquiraz, Caucaia, Fortaleza e, parcialmente, a parte norte de Maranguape (50%) e Pacatuba (40%).

Apesar de nela se incluir toda a região metropolitana da capital cearense que representa um dos três maiores mercados consumidores da região nordestina, sua estrutura de uso (Fig. 5.20) se encaixa perfeitamente no padrão geral das microrregiões em análise: baixo percentual de terras produtivas não utilizadas e alto percentual sob pastos e matas naturais (20, 18 e 53%, respectivamente).

Esta situação, que como nos casos anteriores pode ser interpretada como de alta disponibilidade de terras para uma eventual ampliação da área cultivada, encontra sustentação parcial na estrutura de uso potencial, decorrente da capacidade natural de seus recursos. Com efeito, esta mostra a possibilidade de se atingir a estrutura seguinte:

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p/área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p/área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	611	640	6,3	29,7	19.008	45,9	Agricultura*	66.309	81,8
Culturas permanentes	1.078	1.130	11,1	16,6	18.758	45,2	Indústria	3.836	4,7
Pastos cultivados	62	65	0,6	2,0	130	0,3	Comércio	2.871	3,6
Pastos naturais	2.602	2.726	26,6	1,1	2.999	7,2	Serviços	3.589	4,4
Matas plantadas	8	8	0,1	3,0	24	0,1	Transportes**	959	1,2
Matas naturais	2.602	2.726	26,6	0,2	545	1,3	Sociais	1.658	2,1
Terras produtivas não utilizadas*	2.165	2.268	22,2	—	—	—	Adm. pública	585	0,7
Terras improdutivas	635	666	6,5	—	—	—	Outras	1.247	1,5
Total	9.763	10.229	100,0	—	41.464	100,0	Total	81.054	100,0

\*Inclui terras em descanso.

\*\*Coeficiente de correção: 10.229/9.763 = 1,047731.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

## Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL							Totais		ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	km <sup>2</sup>	%		
	—	49	2.860	2.596	3.697	785	242	10.229	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		49						49	0,5	29,7	1.455
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			2.860	1.361				4.221	41,3	16,6	70.069
Pastos (plantados)				1.235				1.235	12,1	2,0	2.470
Pastos (naturais)					3.697			3.697	36,0	1,1	4.067
Matas						785		785	7,7	1,6	1.256
Vida silvestre							242	242	2,4	—	—
											79.317

## Coeficientes

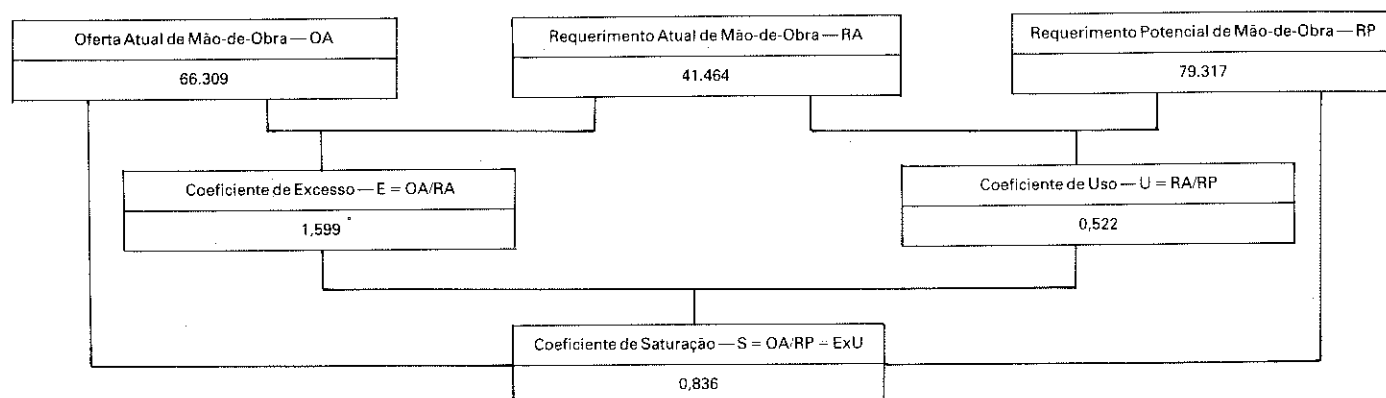


Fig. 5.19 — Microrregião 58 - Uruburetama. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra atuais

População economicamente ativa e setor de dependência — 1970

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA .Estimativa p/área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p/área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	170	228	8,4	31,4	7.159	51,0	Agricultura*	31.262	11,1
Culturas permanentes	241	323	11,9	18,6	6.008	42,7	Indústria	65.044	23,1
Pastos cultivados	31	42	1,6	2,0	84	0,6	Comércio	45.433	16,1
Pastos naturais	412	552	20,3	1,1	607	4,3	Serviços	62.144	22,0
Matas plantadas	4	5	0,2	3,0	15	0,1	Transportes**	17.915	6,3
Matas naturais	664	889	32,7	0,2	178	1,3	Sociais	23.553	8,3
Terras produtivas não utilizadas*	371	497	18,3	—	—	—	Adm. pública	18.380	6,5
Terras improdutivas	134	179	6,6	—	—	—	Outras	18.719	6,6
<b>Total</b>	<b>2.027</b>	<b>2.715</b>	<b>100,0</b>		<b>14.051</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>282.450</b>	<b>100,0</b>

\*Inclui terras em descanso.

\*\*Coeficiente de correção: 2.715 2.027 — 1,3394178.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
	—	23	257	1.136	945	292	62	2.715	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		23						23	0,8	31,4	722
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			257	890				1.147	42,2	18,6	21.334
Pastos (plantados)				246				246	9,1	2,0	492
Pastos (naturais)					945			945	34,8	1,1	1.040
Matas						292		292	10,8	1,6	467
Vegetação silvestre							62	62	2,3	—	—
											24.055

Coefficientes

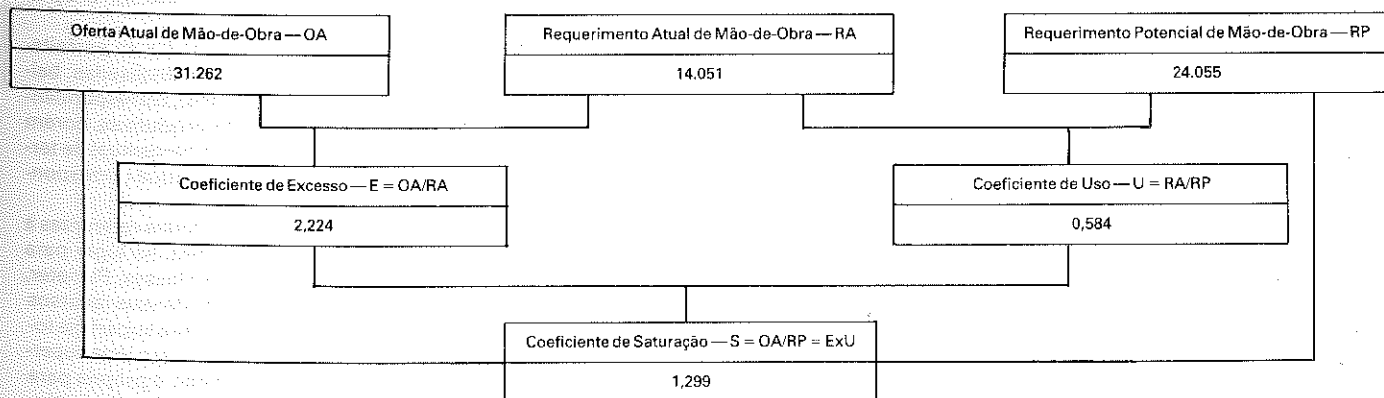


Fig. 5.20 — Microrregião 59 - Fortaleza. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.



— culturas temporárias .....	1%
— culturas permanentes .....	42%
— pastos plantados .....	9%
— pastos naturais .....	35%
— matas em geral .....	11%
— reservas p/vida silvestre .....	2%
Total .....	100%

Note-se, porém, que as culturas temporárias representam 8 dos 20% correspondentes à área atualmente sob cultivo e que, assim, tem-se já ultrapassado sobejamente a capacidade natural referente a esse tipo de cultura e que, conseqüentemente, a única disponibilidade efetivamente existente, em termos gerais, refere-se a áreas próprias para culturas permanentes. Esta subutilização dos recursos que com uma única exceção (vide 5.2.2.9 — Microrregião 33 — Baixo Parnaíba Piauiense) é uma constante nestes estudos está plenamente refletida pelo coeficiente de uso (0,58) resultante da relação entre o requerimento máximo atual de mão-de-obra, sob condições de máxima produtividade, com o requerimento potencial máximo possível sob condições de estrutura determinada pela capacidade natural dos recursos.

Por outro lado, esta mesma microrregião apresenta um coeficiente de excesso de mão-de-obra consideravelmente alto. Mostra que caso fosse apenas empregada a mão-de-obra que permite o máximo de produção e produtividade simultâneas, haveria um excedente de 17.211 pessoas economicamente ativas que representam 55% da força de trabalho atual. Assim, o índice de desemprego e/ou subemprego no setor agropecuário da microrregião é, no mínimo, elevado e suas causas são, em grande parte, estruturais.

Em grande parte estruturais porque há uma parcela, infelizmente significativa, equivalente a 7.207 pessoas economicamente ativas que, mesmo solucionando esse tipo de problema, isto é, anulada a subutilização, permaneceria marginalizada no setor, caso se trabalhasse com a tecnologia atual (ou com uma mais "adiantada", menos absorvedora de mão-de-obra) dentro de uma estrutura de uso em equilíbrio com a capacidade natural dos recursos renováveis e com a máxima produtividade por homem ocupado possível. Esta verdadeira situação de sobre-saturação está refletida pela relação oferta atual/requerimento potencial ou coeficiente de saturação que, neste caso, é igual a 1,30 como pode-se verificar na Figura 5.20 já referida.

#### 5.2.2.5 — Microrregião 62 — Ibiapaba

Dos sete municípios componentes desta microrregião, quatro, Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara e Ibiapina, se encontram abrangidos pela Folha SA.24 Fortaleza, ocupando uma superfície de 2.684 km<sup>2</sup>, que representa 6% da superfície total. Pode ser considerada como a mais ruralizada pois sua população economicamente ativa depende, em mais de 86% dos casos, de atividades agropecuárias.

Sua estrutura de uso atual (Fig. 5.21) registra algumas peculiaridades, quando comparada com as restantes da Folha:

- apresenta os menores percentuais de áreas ocupadas com pastos e matas naturais, com exceção, neste último respeito, da microrregião de Campo Maior no Piauí;
- apresenta o mais alto percentual de áreas declaradas improdutivas; e
- apresenta o mais alto percentual de terras declaradas produtivas porém não utilizadas, no âmbito da parte correspondente ao Estado do Ceará.

De qualquer maneira, aqui também pode ser reconhecido o padrão típico da região:

- baixo percentual de áreas sob cultivo;
- alto percentual de terras ocupadas com pastos naturais, matas naturais e terras produtivas não utilizadas; e
- apresenta alta disponibilidade de áreas para expansão das culturas.

#### 448/USO POTENCIAL DA TERRA

Sua estrutura de uso potencial confirma esta disponibilidade e deixa claro que, especificamente, se refere a 538 km<sup>2</sup> aptos para culturas em geral (957 + 96) — (384 + 131) e 427 km<sup>2</sup> aptos para pastos naturais (1.313 — 886) e praticamente confirma a existência dos 371 km<sup>2</sup> de terras improdutivas que se destinariam para conservação de vida silvestre. Mostra, também, que uma área equivalente à declarada "produtiva, porém não utilizada" (886 km<sup>2</sup>) é na realidade apta para uso com pastos naturais.

Contudo, e apesar da validade da análise anterior, é oportuno ressaltar que, à luz destes dados, pode-se vislumbrar a existência de uma área sob pressão concentrada pois a capacidade natural para culturas temporárias (3%) se encontra em várias vezes ultrapassada (14%).

Todos os coeficientes, produtos das diversas relações que estão sendo estabelecidas, não só confirmam a situação anteriormente demonstrada como tipificam esta microrregião como de fronteira agrícola. Assim, por exemplo, o coeficiente de uso igual a 0,50 expressa o grau de subutilização em que se encontram os recursos naturais renováveis da área que, neste caso, mostra-se coerente com o valor 0,89 correspondente ao coeficiente de excesso de mão-de-obra, pois revela que a população economicamente ativa ainda é inferior, em mais ou menos 11%, à máxima possível, dentro das condições de tecnologia e estrutura de uso atuais, que permitem produtividade fora da faixa marginal.

O déficit acima apontado que equivale a 2.817 pessoas economicamente ativas cresce consideravelmente quando considerada a relação da oferta atual com o requerimento potencial ou coeficiente de saturação ( $22.127/49.404 = 0,45$ ). Este coeficiente demonstra claramente que na microrregião trabalham apenas 45% dos que poderiam trabalhar caso fossem realizados os ajustes da estrutura de uso atual para a potencial, determinada pela capacidade natural, dentro da tecnologia atual e, ainda, com o máximo de produtividade por homem ocupado.

Cabe, porém, ressaltar que os coeficientes anteriormente analisados estão fortemente condicionados pelo índice tecnológico correspondente às culturas permanentes (45,3 h/km<sup>2</sup>) particularmente alto, superior duas vezes a qualquer um dos considerados para as outras microrregiões (Tab. 5.XXXIX).

Este índice é de fato real e válido. Está, porém, influenciado pela cultura do café que nas condições de estrutura de uso atual representa 70% da área cultivada com as chamadas permanentes. A implantação de outras menos absorvedoras de mão-de-obra poderá alterar substancialmente este quadro.

#### 5.2.2.6 — Microrregião 63 — Sobral

Dos treze municípios componentes desta microrregião apenas dois, Ipu e Reriutaba, não se encontram aqui considerados por não estarem abrangidos pela Folha SA.24 Fortaleza. Sua superfície, não incluídos os municípios mencionados, é de 5.643 km<sup>2</sup> e representa pouco mais de 13% do total da Folha.

Sua estrutura de uso atual (Fig. 5.22) enquadra-se perfeitamente no padrão geral das microrregiões até aqui analisadas: baixo percentual de área ocupada com culturas (16%), correspondentes a 848 km<sup>2</sup>; percentual significativo de terras produtivas, porém não utilizadas (13%) com área de 671 km<sup>2</sup>; e alto percentual de terras ocupadas com pastos e matas naturais (64%), que correspondem a 3.365 km<sup>2</sup>.

Potencialmente, porém, de acordo com os estudos referentes à capacidade de seus recursos naturais renováveis, há lugar para modificações substanciais, pois a soma de suas classes, Plenater, Lavoter, Agriter e parte da Mesater, isto é, a soma de seus recursos aptos para uso com lavouras, representa 39% de sua superfície total. Por outro lado, esses mesmos estudos mostram que uma superfície equivalente (36%) classificada como Agroster, é própria para ser explorada com pastos naturais, podendo concluir-se, então, que a expansão das culturas se deverá dar, basicamente, pelo do-

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra atuais

População economicamente ativa e setor de dependência — 1970

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	267	384	14,3	48,0	18.432	73,9	Agricultura*	22.127	86,5
Culturas permanentes	91	131	4,9	45,3	5.934	23,8	Indústria	1.008	3,9
Pastos cultivados	7	10	0,4	2,0	20	0,1	Comércio	845	3,3
Pastos naturais	279	401	14,9	1,1	441	1,7	Serviços	786	3,1
Matas plantadas	4	6	0,2	3,0	18	0,1	Transportes**	182	0,7
Matas naturais	344	495	18,5	0,2	99	0,4	Sociais	331	1,3
Terras produtivas não utilizadas*	616	886	33,0	—	—	—	Adm. pública	148	0,6
Terras improdutivas	258	371	13,8	—	—	—	Outras	142	0,6
Total	1.866	2.684	100,0		24.944	100,0	Total	25.569	100,0

\*Inclui terras em descanso.

\*\*Coeficiente de correção: 2.684/1.866 = 1,438371

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
	—	96	514	443	1.313	—	318	2.684	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		96						96	3,6	48,0	4.608
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			514	443				957	35,7	45,3	43.352
Pastos (plantados)				—				—		2,0	—
Pastos (naturais)					1.313			1.313	48,9	1,1	1.444
Matas						—		—		1,6	—
Vida silvestre							318	318	11,8	—	—
											49.404

Coeficientes

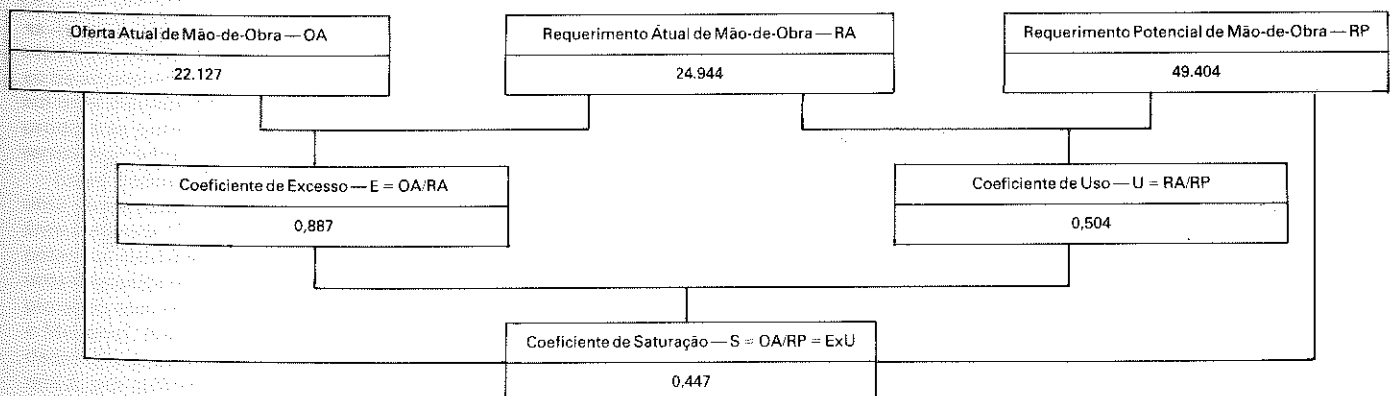


Fig. 5.21 — Microrregião 62 - Ibiapaba. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p. área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p. área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	594	639	11,3	28,3	18.084	71,0	Agricultura*	35.220	43,4
Culturas permanentes	254	273	4,8	16,2	4.423	17,4	Indústria	28.599	35,2
Pastos cultivados	70	75	1,3	2,0	150	0,6	Comércio	4.916	6,1
Pastos naturais	2.118	2.277	40,4	1,1	2.505	9,8	Serviços	6.472	7,9
Matas plantadas	10	11	0,2	3,0	33	0,1	Transportes**	1.314	1,6
Matas naturais	1.247	1.341	23,8	0,2	268	1,1	Sociais	2.020	2,5
Terras produtivas não utilizadas*	671	721	12,8	—	—	—	Adm. pública	698	0,9
Terras improdutivas	285	306	5,4	—	—	—	Outras	1.927	2,4
Total	5.249	5.643	100,0		25.463	100,0	Total	81.166	100,0

\*Inclui terras em descanso.

\*\*Coeficiente de correção: 5.643/5.249 = 1,075062.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

## Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
		191	1.862	1.041	2.053	261	235	5.643	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		191						191	3,4	28,3	5.405
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			1.862	174				2.036	36,1	16,2	32.983
Pastos (plantados)				867				867	15,3	2,0	1.734
Pastos (naturais)					2.053			2.053	36,4	1,1	2.258
Matas						261		261	4,6	1,6	418
Vida silvestre							235	235	4,2	—	—
											42.798

## Coeficientes

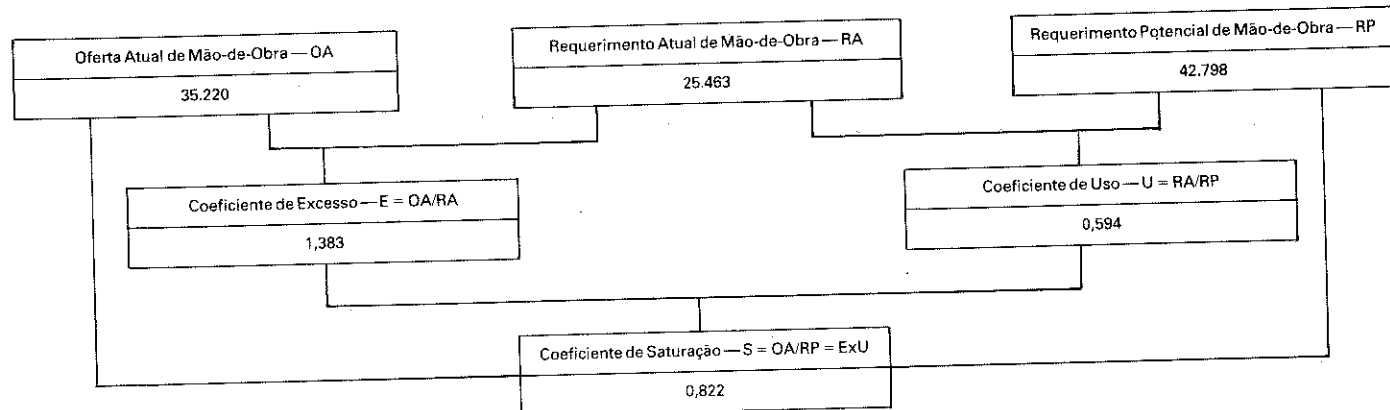


Fig. 5.22 — Microrregião 63 - Sobral. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

minio de áreas hoje ocupadas com matas naturais (24%) e daquelas consideradas produtivas não utilizadas, mencionadas anteriormente.

No entanto, esta imagem otimista deve ficar restrita nos limites do ângulo espacial da questão, pois, como se verá a seguir, existem problemas estruturais que condicionam uma situação de produtividade marginal.

Em primeiro lugar, porque também nesta microrregião é possível inferir a existência de áreas localizadas de pressão demográfica, pois o percentual da superfície apta para exploração com culturas temporárias, basicamente alimentares (3%), é consideravelmente inferior à atual superfície explorada com as mesmas (11%).

Em segundo lugar, porque apesar de seu coeficiente de uso (0,591) confirmar uma situação de subutilização dos recursos disponíveis, há na microrregião um excesso populacional em relação à quantidade que teoricamente é possível absorver, nas atuais condições de estrutura de uso e tecnologia, com a máxima produtividade viável por homem ocupado.

De fato, enquanto por um lado constata-se boas possibilidades de expansão, pois o coeficiente de uso demonstra que a máxima força de trabalho absorvível com o máximo de produtividade, nas condições atuais, representa apenas 60% do que seria possível caso se trabalhasse dentro da estrutura de uso condicionada pela capacidade dos recursos, o coeficiente de excesso ou relação oferta atual/demanda atual ( $35.220/25.463 = 1,383$ ) diz que, nesta microrregião, há um excedente de população economicamente ativa, dependente do setor agropecuário, da ordem dos 38% em relação ao máximo permitido pela estrutura de uso e tecnologia atuais.

Finalmente, porque a coexistência destes dois tipos de fenômenos antagonísticos não se constitui no fato mais aberrante pois, na microrregião sob estudo, não só há lugar para esse "excedente" trabalhar (e trabalhar em condições de máxima produtividade) senão que ainda é possível a participação efetiva de um contingente adicional já que a população economicamente ativa atual, que contém o excedente real nas condições que lá prevalecem, representa apenas 82% do potencialmente assimilável.

Esta última conclusão fica clara através do coeficiente de saturação que relaciona a oferta atual de mão-de-obra com seu correspondente requerimento potencial ( $35.220/42.798 = 0,82$ ) e que também corresponde ao produto dos coeficientes citados anteriormente.

#### 5.2.2.7 — Microrregião 45 — Baixo Parnaíba Piauiense

A parte desta microrregião abrangida pela Folha SA.24 Fortaleza e que, conseqüentemente, será aqui analisada tem uma superfície de 4.255 km<sup>2</sup>. Corresponde à soma dos municípios de Buriti dos Lopes, Luiz Correia e Parnaíba, 10% da superfície total.

Sua estrutura de uso atual apresenta algumas características especiais, sem, contudo, diferir do padrão geral no que diz respeito ao baixo percentual sob culturas que neste caso é 7%. Assim, possui uma elevada participação relativa de terras declaradas como produtivas porém não utilizadas (46%) e o menor percentual de terras ocupadas com lavouras temporárias (0,9).

Estes dados refletem, sob o ângulo de distribuição espacial, uma quase total disponibilidade dos recursos para expansão da área cultivada (Fig. 5.23) e encontram suporte na estrutura de uso potencial definida pela capacidade natural dos mesmos que indica uma disponibilidade, equivalente a 68% da área total, apta para exploração com culturas (soma das Classes Plenater, Lavoter, Agriter e Mesater). Note-se, porém, que grande parte desta disponibilidade, isto é, 2.439 km<sup>2</sup> dos 2.897 km<sup>2</sup>, refere-se à classe Mesater que é, por definição, intermediária aos usos intensivo-extensivo. Assim, um estudo mais detalhado ao nível de unidade, por exemplo, poderá mostrar uma situação menos favorável.

Infelizmente, apesar desta situação espacial, a população economicamente ativa, engajada nas atividades agropecuárias, residente na microrregião excede em 41% ao requerimento máximo possível com a maior produtividade, nas atuais condições de tecnologia e estrutura de uso. Esta conclusão acha-se contida no coeficiente de excesso ou relação  $16.336/11.553 = 1,41$ , quantitativos referentes a oferta e requerimento atuais.

Paradoxalmente, o coeficiente de uso ( $11.553/49.604 = 0,23$ ) denota uma acentuada subutilização dos recursos renováveis, pois o requerimento máximo atual em condições de máxima produtividade representa apenas 23% do total possível, caso se ajustasse a estrutura de uso atual à potencial determinada pela capacidade natural dos mesmos. Novamente aqui, cabe uma observação. A influência da Classe Mesater, já comentada, na quantificação do requerimento potencial.

O coeficiente de saturação ou relação oferta atual/requerimento potencial (0,33) resume bem o potencial de expansão existente, mesmo considerando o excedente atual que facilmente seria absorvido caso se propiciassem condições para uma reformulação da estrutura de uso.

#### 5.2.2.8 — Microrregião 46 — Campo Maior

Esta microrregião acha-se composta por treze municípios. Destes, apenas dois estão abrangidos pela Folha objeto deste relatório: Cocal e Piracuruca e, mesmo assim, este último em apenas 80% de sua extensão. Desta maneira, os resultados a seguir comentados podem não refletir a situação geral da microrregião, porém consideram-se válidos para os dois municípios citados que, em conjunto, perfazem 4.377 km<sup>2</sup>.

A Figura 5.24 mostra, na parte correspondente à estrutura de uso atual, que as terras declaradas como produtivas não utilizadas (1.562 km<sup>2</sup>) representam mais da metade do total (61%) e que, conjuntamente com as ocupadas por matas e pastos naturais (2.376 km<sup>2</sup>), ocupam, praticamente, o total da superfície (93%).

Esta alta disponibilidade de terras para cultivo é, em termos gerais, confirmada pelos dados de estrutura potencial. A comparação percentual destes parâmetros, a seguir apresentada, destaca esta situação principalmente quando comparados os dados correspondentes às culturas permanentes.

	Estrutura de uso atual (%)	Estrutura de uso potencial (%)
Culturas temporárias	3,6	—
Culturas permanentes	0,8	45,5
Pastos plantados	—	—
Pastos naturais	23,6	53,8
Matas naturais	8,9	0,7
Improdutivas	1,6	—
Não utilizadas	61,5	—
	100,0	100,0

Verifique-se, no entanto, que em termos de área própria para uma agricultura intensiva, no caso culturas temporárias e basicamente alimentares, não há nenhuma possibilidade de crescimento, a menos que este se realize com sobreutilização dos recursos e conseqüentemente introdução de práticas intensivas de conservação. Por outro lado, pode-se afirmar que a área utilizada é, em grande parte, adequada a cultivos permanentes e, em aproximadamente 25%, adequada ao uso com pastos naturais.

A aparente incoerência entre os dados censitários, que levam a concluir pela existência de 158 km<sup>2</sup> utilizados com culturas temporárias e os da capacidade natural que não registram nenhuma área com essas condições, pode ser explicada em termos da escala cartográfica que não permite a representação gráfica de manchas pequenas, porém é preferível interpretá-la como o resultado de focos de saturação que forcem a sobreutilização localizada dos re-



DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	163	259	6,1	38,0	9.842	85,2	Agricultura*	16.336	48,0
Culturas permanentes	23	37	0,9	15,9	588	5,1	Indústria	4.180	12,3
Pastos cultivados	16	25	0,6	2,0	50	0,4	Comércio	3.060	9,0
Pastos naturais	489	778	18,3	1,1	856	7,4	Serviços	4.187	12,3
Matas plantadas	1	2	0,1	3,0	6	0,1	Transportes**	1.755	5,2
Matas naturais	662	1.053	24,7	0,2	211	1,8	Sociais	1.691	5,0
Terras produtivas não utilizadas*	1.239	1.971	46,3	—	—	—	Adm. pública	706	2,1
Terras improdutivas	82	130	3,0	—	—	—	Outras	2.088	6,1
Total	2.675	4.255	100,0		11.553	100,0	Total	34.004	100,0

\*Inclui terras em descanso.

\*\*Coeficiente de correção: 4.255/2.675 = 1,5906542.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

## Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
		104	354	2.439	1.114	11	233	4.255	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		104						104	2,4	3.952	
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			354	2.439				2.793	65,6	44.409	
Pastos (plantados)								—		—	
Pastos (naturais)					1.114			1.114	26,2	1.225	
Matas						11		11	0,3	18	
Vida silvestre							233	233	5,5	—	
										49.604	

## Coeficientes

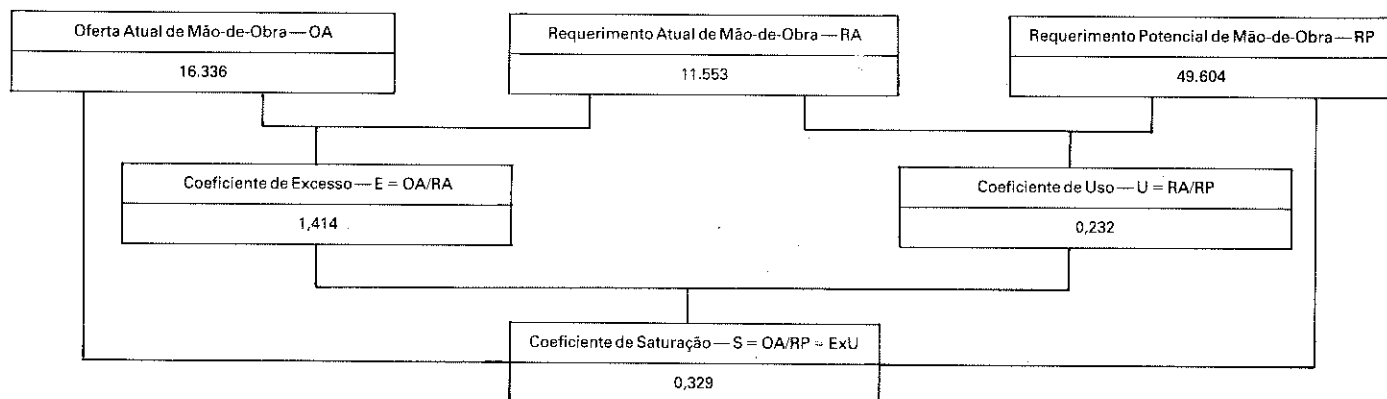


Fig. 5.23 — Microrregião 45 - Baixo Parnaíba Piauiense. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra atuais

População economicamente ativa e setor de dependência — 1970

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	92	158	3,6	35,7	5.641	76,1	Agricultura*	8.941	79,5
Culturas permanentes	21	36	0,8	14,8	533	7,2	Indústria	614	5,5
Pastos cultivados	11	19	0,4	2,0	38	0,5	Comércio	422	3,8
Pastos naturais	587	1.011	23,1	1,1	1.112	15,0	Serviços	648	5,8
Matas plantadas	1	2	0,1	3,0	6	0,1	Transportes**	152	1,3
Matas naturais	227	391	8,9	0,2	78	1,1	Sociais	222	2,0
Terras produtivas não utilizadas*	1.562	2.691	61,5	—	—	—	Adm. pública	128	1,1
Terras improdutivas	40	69	1,6	—	—	—	Outras	115	1,0
Total	2.541	4.377	100,0		7.408	100,0	Total	11.242	100,0

\*Inclui terras em descanso.

\*\* Coeficiente de correção: 4.377 2.541 1,722550.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL							Totais		ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	km <sup>2</sup>	%		
			805	1.185	2.356	31		4.377	100,0		
Horticultura										35,7	
Lavouras (temp.)											
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			805	1.185				1.990	45,5	14,8	29.452
Pastos (plantados)										2,0	
Pastos (naturais)					2.356			2.356	53,8	1,1	2.592
Matas						31		31	0,7	1,6	50
Vida silvestre											
											32.094

Coefficientes

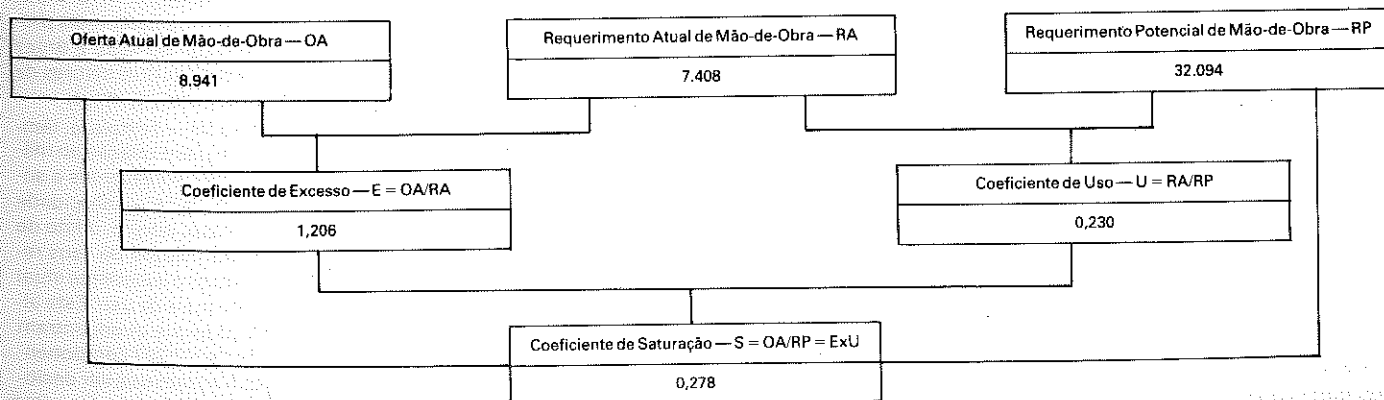


Fig. 5.24 — Microrregião 46 - Campo Maior. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

curtos naturais renováveis, apesar da evidência de que, em termos gerais, existe um estado de subutilização.

Esta análise é confirmada pelos coeficientes de uso e de excesso. O primeiro, ou relação requerimento máximo atual/requerimento potencial, demonstra que apenas 23% da capacidade natural estão sendo usados sob as atuais condições de estrutura de uso e tecnologia. O segundo, ou relação oferta atual/requerimento atual, deixa claro que há, na microrregião, um excesso de oferta de trabalho em relação ao máximo que poderia ser absorvido nas atuais condições de tecnologia e estrutura de uso, caso se trabalhasse fora da faixa de rendimentos decrescentes, isto é, com o máximo de produção e produtividade por homem ocupado. Em outras palavras, um equivalente a 1.533 pessoas, ou 17% de sua população economicamente ativa, encontra-se na condição de sub ou desemprego.

Esta situação contraditória torna-se ainda mais absurda quando se considera que esta mesma oferta atual de trabalho representa apenas 28% do total que se poderia absorver caso a estrutura de uso atual fosse modificada para a estrutura potencialmente possível, como expressado pelo coeficiente de saturação ou relação oferta atual/requerimento potencial.

#### 5.2.2.9 — Microrregião 33 — Baixo Parnaíba Maranhense

Na realidade está constituída por 10 municípios que perfazem um total de, aproximadamente, 14.251 km<sup>2</sup>. Desta superfície, só 798 km<sup>2</sup> estão abrangidos pela Folha SA.24 Fortaleza. Conseqüentemente, os resultados aqui comentados referem-se a esta parte que, por outro lado, representa apenas 40% de um único município, o de Araióses.

A comparação de suas estruturas atual e potencial (Fig. 5.25) induz a concluir que praticamente a totalidade das áreas declaradas como terras produtivas não utilizadas tem, na realidade, baixa capacidade natural, sendo própria para uso com pastos naturais ou refúgio de vida silvestre.

Seu coeficiente de uso, consideravelmente alto, denota uma aguda sobreutilização de seus recursos. No entanto, deve-se considerar que este município é o maior produtor de arroz da microrregião, embora a superfície ocupada por este cereal não seja das maiores. Este fato mostra a existência de áreas com aptidão rizícola significativa, absorvedoras de grandes quantidades de mão-de-obra, que não são aqui apropriadamente consideradas, devido à generalização aceita ao estabelecer a estrutura de uso potencial com base nas classes de capacidade.

Por outro lado, apesar da observação anterior, deve-se reconhecer que existe de fato uma situação pouco satisfatória, pois o coeficiente de excesso (1,23) demonstra que a atual oferta de trabalho é claramente superior à que seria desejável para a obtenção da máxima produção, com o máximo de produtividade por homem ocupado, dentro das atuais condições tecnológicas e de estrutura de uso.

O coeficiente de saturação (2,4) denota uma situação claramente indesejável. Lembre-se, porém, que ele também encontra-se prejudicado pelo nível da análise, como mencionado para o caso do coeficiente de uso. Contudo, uma análise superficial do mapa de capacidade ao nível de unidades faz pensar que esta área dificilmente poderá deixar de ser considerada saturada. Em outras palavras, a elevação efetiva da renda *per capita* para a atual população rural do município dificilmente poderá estar apoiada única e exclusivamente no setor agrícola de sua economia.

#### 5.2.2.10 — Folha SA.24 Fortaleza

Abrange 42.480 km<sup>2</sup> dos quais 76,3% pertencem ao Ceará, 20,3% ao Piauí, 2,0% ao Maranhão e 1,4% encontra-se sob litígio entre os Estados mencionados em primeiro lugar. Nela se encontram, total ou parcialmente compreendidas, 9 microrregiões que são as que, por separado, foram até aqui analisadas.

Sua estrutura de uso atual (Tab. 5.XXXVI e Fig. 5.26) reflete bem a situação detectada na maior parte de suas microrregiões componentes:

- baixo percentual de efetiva utilização, apenas 16,2% da área total estão ocupados com lavouras, pastos plantados e matas plantadas;
- alto percentual de área explorada sob a forma de pastos e matas naturais, 52,3%;
- considerável área produtiva não utilizada, 25,7%; e
- baixo percentual de terras consideradas improdutivas, 5,8%.

Haveria, à luz destes dados, amplas possibilidades de ampliação da área efetivamente cultivada, embora o levantamento da capacidade natural de seus recursos renováveis demonstre que esta disponibilidade se refere, principalmente, a áreas próprias para culturas permanentes e pastos. De qualquer maneira, em termos gerais, há uma subutilização do potencial, também evidenciada pelo baixo coeficiente de uso que pode ser interpretado da maneira seguinte: na área abrangida pela Folha SA.24 Fortaleza, o total de homem/ano que poderia trabalhar com o máximo de produção e produtividade, permitidas pela tecnologia e estrutura de uso atuais, representa apenas 47% do total que seria possível nas mesmas condições, caso a estrutura de uso fosse mudada para a potencialmente permitida pela capacidade natural de seus recursos.

Por outro lado, a população economicamente ativa dependente do setor agrícola é 30% superior ao requerimento máximo atual sob condições de máxima produção e produtividade, mencionado anteriormente.

Ainda mais, esse mesmo requerimento máximo de mão-de-obra, capaz de trabalhar em condições ótimas de produção e produtividade nas condições atuais, representa, apenas, 77% da população economicamente ativa disponível para o setor agrícola na área. Isto é, um equivalente a 23% do total vive em condições de sub ou desemprego quando a capacidade natural de seus recursos renováveis permitiria absorver não só toda essa população como também um adicional estimado em 39% do total atual, caso se adequasse a estrutura de uso atual à potencialmente possível.

A representação estrelar, conforme explicitado na parte pertinente da metodologia, e a análise até aqui apresentada permitem sistematizar as diferentes microrregiões componentes da Folha em cinco grupos claramente diferenciáveis entre si (Fig. 5.27).

O primeiro, composto por uma única microrregião: a 33 — Baixo Parnaíba Maranhense. Nela há uma coincidência das três situações indesejáveis: excessiva oferta de força de trabalho em relação ao máximo utilizável em condições de máxima produção e produtividade; sobreutilização de seus recursos naturais renováveis e sobre-saturação populacional em relação a sua capacidade natural.

Neste caso, mesmo reformulações estruturais intra-setoriais pouco contribuiriam na redução da faixa de sub e desemprego e/ou aumento da produtividade por homem ocupado e, até, poderiam agravar o quadro atual. Assim, a solução estaria mais próxima dos estímulos para o deslocamento da população a áreas com melhor potencial, ou de seu deslocamento a outros setores da economia, que dos incentivos agrícolas propriamente ditos.

O segundo, constituído pela microrregião 59 — Fortaleza, também apresenta-se com excedente populacional em relação ao máximo absorvível fora da faixa de rendimentos decrescentes e sobre-saturado em relação ao máximo permitido pela capacidade natural de seus recursos renováveis. Neste caso, porém, o fato de também apresentar-se uma situação de subutilização de seus recursos permite afirmar que seria possível reduzir o excedente atual pela introdução de modificações em sua estrutura de uso. Esta alteração, no entanto, só beneficiaria 59% do total que se encontram nessa condição. Isto é, restaria um equivalente a 7.207 componentes da população economicamente ativa que teriam que ser deslocados de seus setores de atividade ou que teriam que alimentar os fluxos migratórios dirigidos ou não. Este contingente repre-

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra atuais

População economicamente ativa e setor de dependência — 1970

DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p/área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p/área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	28	58	7,3	43,5	2.523	81,2	Agricultura*	3.829	85,5
Culturas permanentes	5	10	1,3	22,1	221	7,1	Indústria	339	7,6
Pastos cultivados	5	10	1,3	2,0	20	0,6	Comércio	67	1,5
Pastos naturais	135	279	34,9	1,1	307	9,9	Serviços	90	2,0
Matas plantadas	—	—	—	3,0	—	—	Transportes**	23	0,5
Matas naturais	87	179	22,4	0,2	36	1,2	Sociais	45	1,0
Terras produtivas não utilizadas*	115	237	89,7	—	—	—	Adm. pública	23	0,5
Terras improdutivas	12	25	3,1	—	—	—	Outras	62	1,4
<b>Total</b>	<b>387</b>	<b>798</b>	<b>100,0</b>		<b>3.107</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>4.478</b>	<b>100,0</b>

\*Inclui terras em descanso.

\*\*Coeficiente de correção: 798/387 = 2.062016.

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
	—	20	—	9	458	—	311	798	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		20						20	2,5	43,5	870
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			—	9				9	1,1	22,1	199
Pastos (plantados)				—				—		2,0	—
Pastos (naturais)					458			458	57,4	1,1	504
Matas						—		—		1,6	—
Vida silvestre							311	311	39,0	—	—
											1.573

Coeficientes

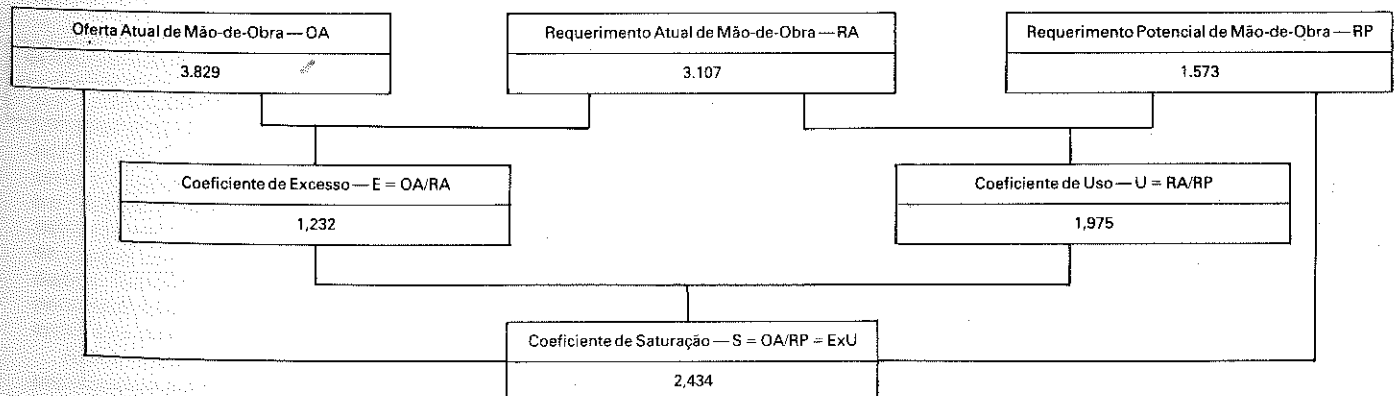


Fig. 5.25 — Microrregião 33 - Baixo Parnaíba Maranhense. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.



DISCRIMINAÇÃO	ESTRUTURA DE USO			ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO DE MÃO-DE-OBRA Estimativa p área total		SETOR DE DEPENDÊNCIA	ABSOLUTO	RELATIVO
	Dos estabelecimentos recenseados (km <sup>2</sup> )	Estimativa p/área total**			h/ano	%			
		km <sup>2</sup>	%						
Culturas temporárias	2.477	3.330	8,0	33,7	112.221	62,8	Agricultura*	232.018	39,5
Culturas permanentes	2.243	2.874	6,9	17,8	51.157	28,6	Indústria	114.895	19,5
Pastos cultivados	233	299	0,7	2,0	598	0,3	Comércio	60.353	10,3
Pastos naturais	8.615	11.491	27,4	1,1	12.640	7,1	Serviços	80.631	13,7
Matas plantadas	44	62	0,1	3,0	186	0,1	Transportes* <sup>†</sup>	23.328	4,0
Matas naturais	7.545	10.069	24,1	0,2	2.014	1,1	Sociais	30.722	5,2
Terras produtivas não utilizadas*	7.927	11.389	27,2	—	—	—	Adm. pública	21.148	3,6
Terras improdutivas	1.795	2.360	5,6	—	—	—	Outras	24.967	4,2
Total	30.879	41.874	100,0		178.816	100,0	Total	588.062	100,0

\*Inclui terras em descanso

\*\*Somatórios das estimativas correspondentes às microrregiões

\*Parcela considerada como a oferta atual; inclui também pecuária, silvicultura, extração vegetal, caça e pesca.

\*\*Inclui também comunicação e armazenagem.

## Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra potenciais — 1970

CATEGORIAS DE USO	CLASSES DE CAPACIDADE E ESTRUTURA DE USO POTENCIAL								ÍNDICE TECNOLÓGICO h/ano/km <sup>2</sup>	REQUERIMENTO POTENCIAL DE MÃO-DE-OBRA h/ano	
	Plenater	Lavoter	Agriter	Mesater	Agroster	Silvater	Silvester	Totais			
								km <sup>2</sup>			%
	—	483	7.230	14.463	16.059	1.475	2.163	41.874	100,0		
Horticultura											
Lavouras (temp.)		483						483	1,2	33,7	
Culturas (semiperm.)											
Culturas (permanentes)			7.230	11.674				18.904	45,1	17,8	
Pastos (plantados)				2.789				2.789	6,7	2,0	
Pastos (naturais)					16.059			16.059	38,3	1,1	
Matas						1.475		1.475	3,5	1,6	
Vida silvestre							2.163	2.163	5,2	—	
										378.371	

## Coeficientes

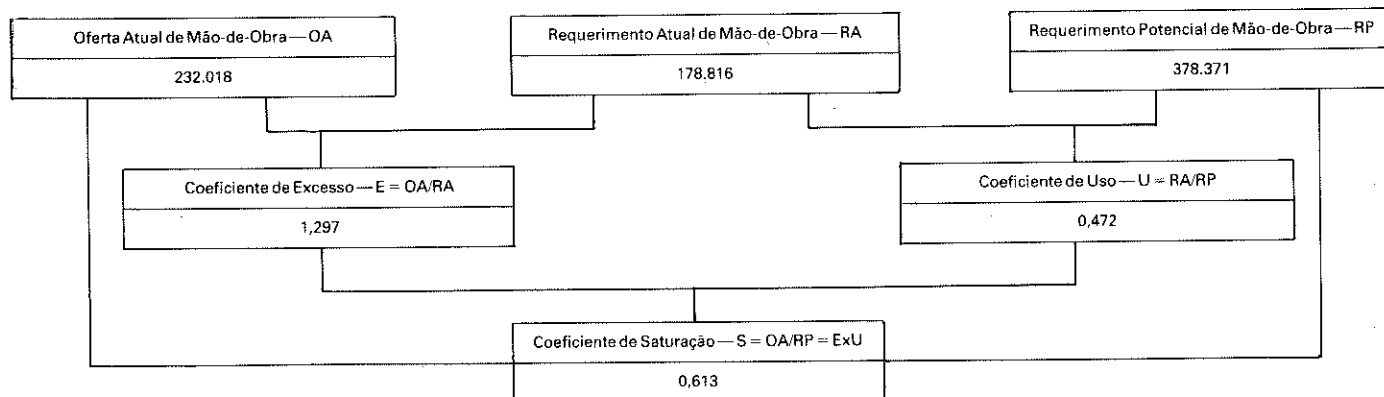


Fig. 5.26 — Folha SA. 24 Fortaleza. Estrutura de uso e requerimento de mão-de-obra.

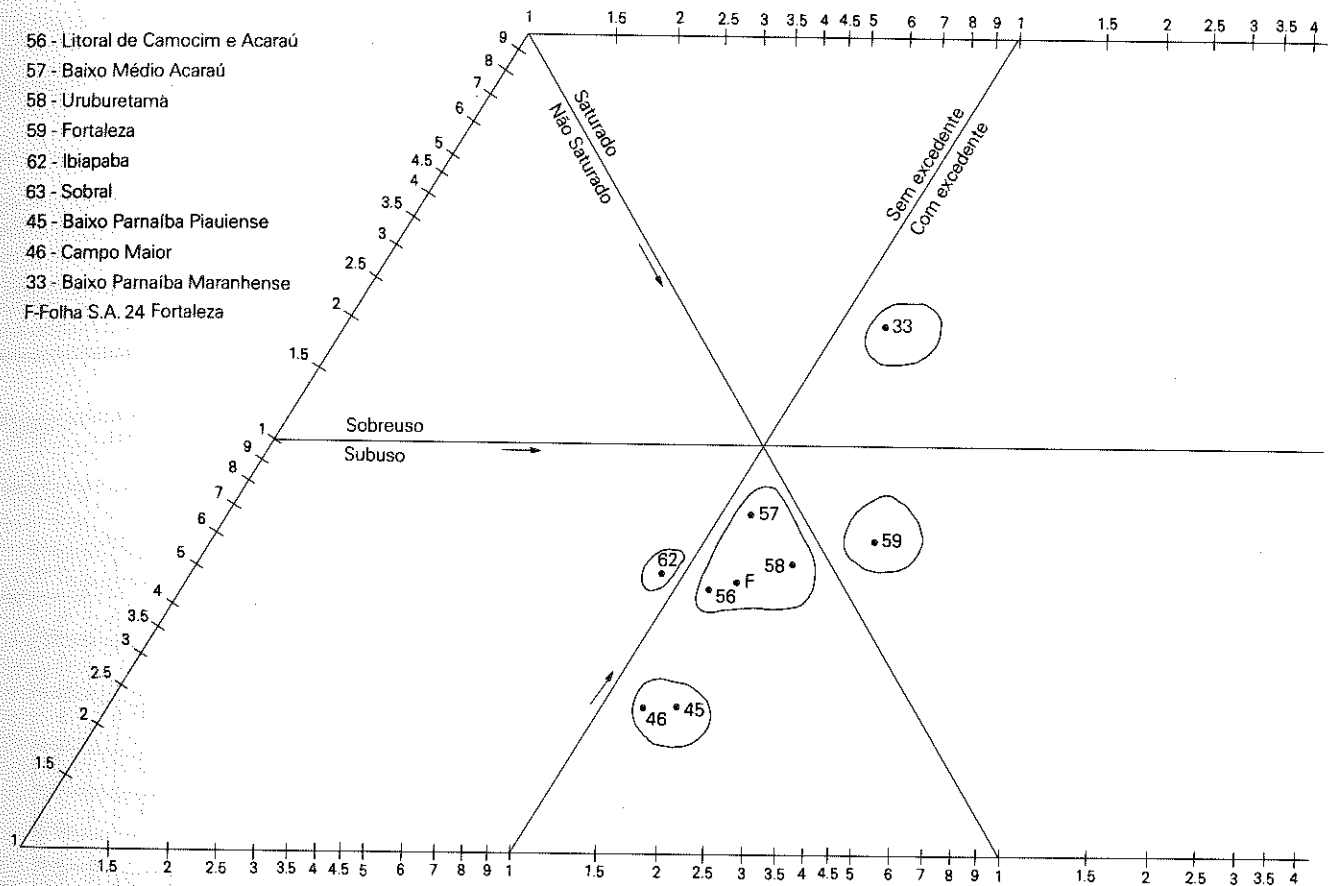


Fig. 5.27 - Representação estrelar dos índices de uso, excesso e saturação segundo as microrregiões.

senta, infelizmente, 23% da força de trabalho do setor, na microrregião.

A presença da região metropolitana de Fortaleza pode ter afetado os dados censitários no sentido de considerar como parte da população economicamente ativa do setor primário um contingente que não lhe pertence na realidade, e neste caso, o excedente acima considerado estaria superdimensionado, mas, por outro lado, contribui, sem dúvida, para mascarar uma realidade crítica de seu meio rural.

O terceiro grupo constituído pelas microrregiões 56 — Litoral de Camocim e Acaraú, 57 — Baixo Médio Acaraú, 58 — Uruburetama e 63 — Sobral. É o mais representativo, tanto que a representação gráfica dos índices para a Folha, como um todo, inclui-se nele.

Caracterizam-se por se encontrarem dentro da faixa de rendimento decrescente, isto é, nestas microrregiões participam do processo produtivo do setor primário contingentes de população economicamente ativa, quantitativamente superiores aos que seriam razoáveis para conseguir o máximo de produtividade, dentro das atuais condições de tecnologia e estrutura de uso. Adicionalmente, em todas elas os recursos naturais renováveis encontram-se usados com intensidade inferior à permitida por sua capacidade e, também em todas elas, modificações no sentido de superar esta utilização deficiente resultariam na correta absorção do excedente com, ainda, margem para crescimentos futuros.

Assim, todas elas estão subutilizadas, apresentam excedente populacional e podem ser consideradas como não saturadas.

O quarto grupo é, na realidade, uma subdivisão do anterior. Acha-se constituído pelas microrregiões 45 — Baixo Parnaíba

Piauiense e 46 — Campo Maior, que comportam as mesmas conclusões já enunciadas. Diferenciam-se, apenas, por que elas se encontram bem mais subutilizadas e bem menos saturadas que as correspondentes ao terceiro grupo.

Finalmente, o quinto grupo está constituído pela microrregião 62 — Ibiapaba. Apresenta-se sem excedente de força de trabalho em relação ao exigido pelas condições atuais, isto é, trabalha-se fora da faixa de rendimentos decrescentes; seus recursos estão subutilizados, é possível aumentar sua produção sem prejuízo da produtividade por homem ocupado e, por último, pode considerar-se como não saturada admitindo, conseqüentemente, um crescimento populacional. Registre-se, no entanto, que a margem existente entre sua atual situação e a de saturação é relativamente pequena.

### 5.2.3 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — BRASIL. Ministério da Agricultura. Subsecretaria de Planejamento e Orçamento. *Subsídios aos planos anuais de produção e abastecimento; café*. Brasília, 1975. mimeogr.
- 2 — COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO PIAUÍ, Teresina. *Aspectos da cultura da mamona no Piauí, 1976*. Teresina, 1977. mimeogr.
- 3 — FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro. *Censo agropecuário Ceará; 8.º recenseamento geral, 1970*. Rio de Janeiro, 1975. 427p. (Sér. Regional, v.3, t.7)
- 4 — ———. *Censo demográfico Ceará; 8.º recenseamento geral, 1970*. Rio de Janeiro, 1973. 621 p. (Sér. Regional, v. 1, t.7)
- 5 — ———. *Censo agropecuário Maranhão; 8.º recenseamento geral, 1970*. Rio de Janeiro, 1975. 329p. (Sér. Regional, v.3, t.5)

- 6 — *Censo demográfico Maranhão*; 8.º recenseamento geral, 1970. Rio de Janeiro, 1973. 461p. (Sér. Regional, v.1, t.5)
- 7 — *Censo agropecuário Piauí*; 8.º recenseamento geral, 1970. Rio de Janeiro, 1975. 331p. (Sér. Regional, v.3, t.6)
- 8 — *Censo demográfico Piauí*; 8.º recenseamento geral, 1970. Rio de Janeiro, 1972. 381p. (Sér. Regional v.1, t.6)
- 9 — *Produção agrícola municipal*; culturas temporárias e permanentes: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Rio de Janeiro, 1978. v.2, t.2.
- 10 — SISTEMA de produção para o arroz. *Circ. EMBRAPA* Iguatu (101): 1-25, mar. 1976.
- 11 — SISTEMAS de produção para a cultura do cajueiro. *Circ. EMBRAPA*, Fortaleza (73): 1-58, nov. 1975.
- 12 — SISTEMAS de produção para a cultura do coco-da-baía. *Circ. EMBRAPA*, Natal (60): 1-22, out. 1975.
- 13 — SISTEMAS de produção para algodão herbáceo; litoral, baixo Jaguaribe, Salgado, Baturité e Cariri. *B. EMBRAPA*, Fortaleza (6): 1-36, jul. 1976.
- 14 — SISTEMAS de produção para banana; regiões de Baturité e Uruburetama. *B. EMBRAPA*, Fortaleza (94): 1-31, ago. 1977.
- 15 — SISTEMAS de produção para cana-de-açúcar; região do Cariri. *B. EMBRAPA*, Fortaleza (111): 1-32, fev. 1978.
- 16 — SISTEMAS de produção para feijão/milho; microrregião homogênea de "Açu-Apodí". *B. EMBRAPA*, Mossoró (102): 1-25, jul. 1977.
- 17 — SISTEMAS de produção para mandioca; litoral, serra de Baturité, baixo Jaguaribe, Ibiapaba e Araripe. *B. EMBRAPA*, Caucaia (15): 1-36, jul. 1976.
- 18 — SISTEMAS de produção para milho; regiões de Baturité, sertão do sudoeste e Cariri cearense. *Circ. EMBRAPA*, Crato (98): 1-22, mar. 1976.
- 19 — SISTEMAS de produção para o algodão arbóreo. *Circ. EMBRAPA*, Quixeramobim (68): 1-31, out. 1975.
- 20 — STRAUSS, E. Metodología de evaluación de los recursos naturales. *Cuad. Inst. Latinoam. Planif. Econ. Soc.*, Santiago, ser. 2(4): 1-78, 1969.
- 21 — THORNTHWAITE, C.M. & MATHER, J.R. The water balance. *Publ. Climatol.*, New Jersey, 8(1): 1-104, 1955.

## 5.3 — CLIMATOLOGIA

### 5.3.1 — ASPECTOS GERAIS

No momento em que o Projeto RADAMBRASIL concentra seus esforços no levantamento dos recursos naturais de importante parcela do território nacional, o Nordeste, sempre considerado como área-problema em função dos extremos meteorológicos, caracterizado pela semi-aridez de seu clima, torna-se necessária uma tomada de posição apoiada em uma definição metodológica.

Assim, em função da escala de trabalho e da quantidade de dados disponíveis, optou-se pelo tratamento da semi-aridez através da análise detalhada da precipitação e do balanço hídrico, culminando com uma zonação climática que busca uma variação meso-climática no interior do espaço regional.

Então, as classificações tradicionais são abandonadas e o quadro climático é montado a partir dos atributos intrínsecos à própria área e não obedecendo critérios e limites arbitrariamente estabelecidos.

A classificação climática geral será estabelecida quando estiver concluído todo o levantamento da Região, quando os parâmetros genéricos serão conhecidos. Por ora, um trabalho simples e objetivo procurará dar uma visão, a mais realista possível, do quadro climático regional.

### 5.3.2 — ANÁLISE DOS ELEMENTOS BÁSICOS DO CLIMA

A precipitação pluviométrica é considerada o elemento de maior importância na definição do quadro climático das áreas semi-áridas, sendo a quantidade de chuva e seu ritmo mensal suas características mais relevantes.

Foram considerados 89 postos pluviométricos da rede da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, em períodos variáveis, de no mínimo 15 e no máximo 60 anos de registros.

A temperatura do ar foi estimada através de equação de regressão múltipla entre os fatores geográficos que determinam seu valor: latitude, longitude e altitude, pela fórmula geral:

$$Y = A + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3$$

onde: Y = temperatura,  $x_1$  = longitude  
 $x_2$  = latitude  
 $x_3$  = altitude.

O balanço hídrico foi calculado para as 89 localidades que dispunham de registros de precipitação, através do método de Thornthwaite (1948), compilado por Ribeiro & Gonçalves (1978), oferecendo oportunidade para melhor avaliar as relações entre precipitação e evapotranspiração potencial.

#### 5.3.2.1 — Precipitação pluviométrica

Dos elementos climáticos, o que assume capital importância para as regiões tropicais semi-áridas é a precipitação pluviométrica. Dela depende toda a vida animal e vegetal, sendo também as atividades humanas reguladas pelo seu ritmo, quantidade e intensidade ao longo do tempo e do espaço.

O espaço analisado, compreendido pelos paralelos de 2°30' a 4°00' lat. Sul e meridianos de 38°00' a 42°00' long. Oeste, é influenciado pela circulação atmosférica e por fatores geográficos, que, conjuntamente, propiciam o arranjo de um quadro pluviométrico altamente diferenciado, no interior de um espaço relativamente reduzido e muito variável de ano para ano.

#### 5.3.2.1.1 — A circulação atmosférica e a gênese das chuvas

A gênese das chuvas associa-se aos seguintes estados atmosféricos (Fig. 5.28):

##### A) Ação da Convergência Intertropical (CIT)

Trata-se da convergência dos alísios dos dois hemisférios, que ocorre ao longo do equador Térmico da Terra, alcançando o seu máximo deslocamento meridional durante o final do verão e todo ou-

tono, quando leva à área em estudo chuvas intensas, com trovoadas, durante vários dias consecutivos. Toda área é atingida, indistintamente, sendo no mês de abril o máximo de sua intensidade (Fig. 5.29).

### B) Instabilidade de oeste

As deformações isobáricas que ocorrem no Anticiclone Tropical Atlântico — setor continental — durante o verão austral criam condições para a formação de calhas induzidas, que drenam umidade gerada no seio da região amazônica, no sentido oeste-leste (no Nordeste brasileiro) e nordeste-sudeste (no Centro-Sul). Os setores nordestinos mais atingidos pela instabilidade de oeste são os Estados do Maranhão, Piauí, extremo oeste de Pernambuco e o

oeste baiano (além São Francisco). Na área de interesse, o setor mais afetado pela instabilidade de oeste está a oeste do meridiano de 40°30', inclusive a Chapada de Ibiapaba, ocorrendo o seu máximo em janeiro (Fig. 5.30).

### C) Perturbações na corrente dos alísios

Os alísios são emanações periféricas mais ou menos contínuas do Anticiclone Tropical. Basicamente, constituem-se em fluxos estáveis sobre o oceano, possuindo inversão térmica superior, dividindo os alísios em duas seções: a inferior, fresca e úmida; e a superior, quente e seca. Quando este fluxo penetra no continente, o aquecimento diferencial e a rugosidade do terreno provocam fortes correntes convectivas, ocasionando precipitação no litoral e a

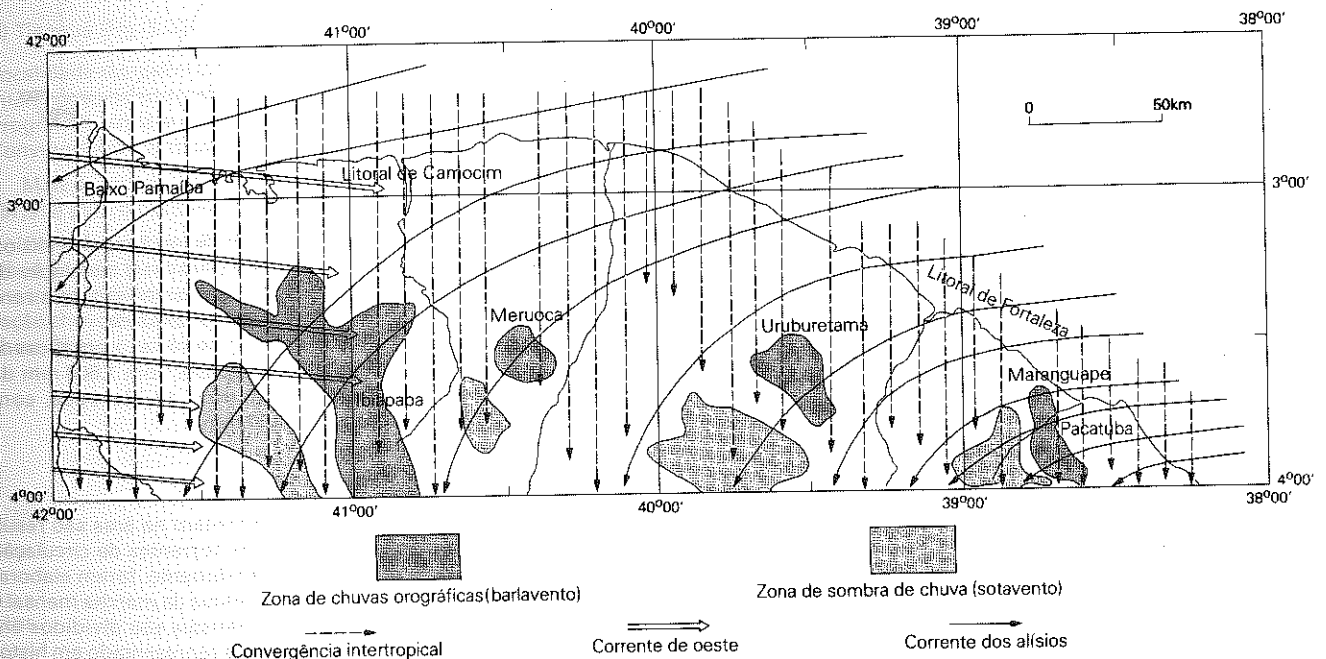


Fig. 5.28-Representação esquemática das principais correntes e suas relações com o relevo.

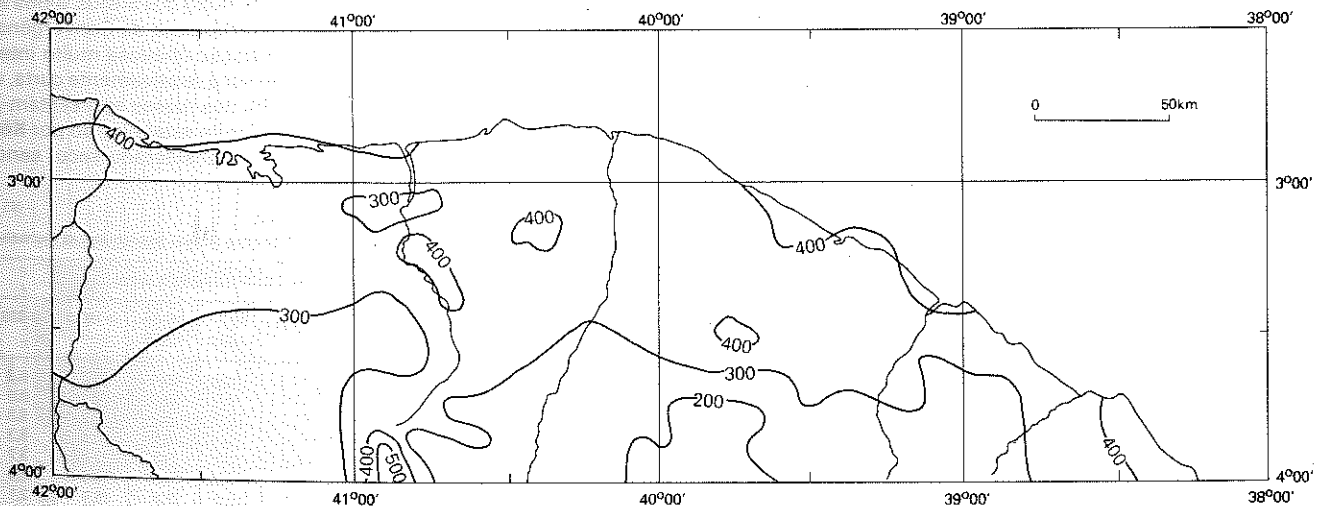


Fig. 5.29 - Pluviometria média em abril (outono).



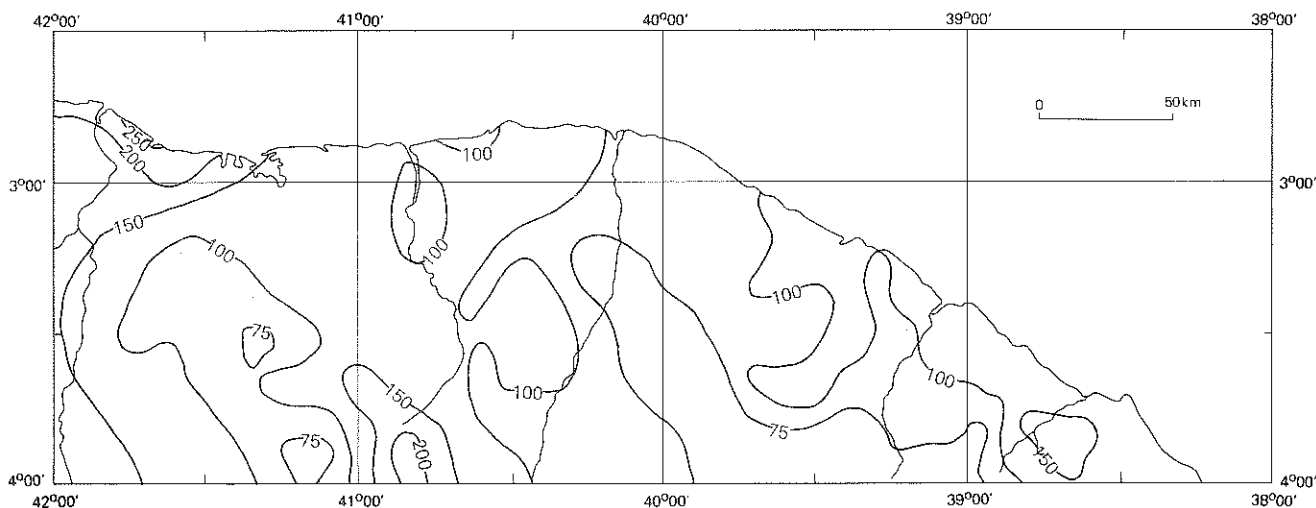


Fig. 5.30 - Pluviometria média em janeiro (verão).

barlavento das barreiras orográficas. As perturbações na corrente dos alísios ocorrem durante o ano todo, mas com menor intensidade nos meses de setembro a dezembro.

Estas perturbações não devem ser confundidas com as Ondas de Leste, que são pseudofrentes que ocorrem no interior do Anticiclone Tropical, atingindo o litoral leste do Brasil, do Rio Grande do Norte ao Rio de Janeiro.

#### 5.3.2.1.2 — Fatores geográficos e a pluviometria

A distribuição das precipitações ao longo do ano está, portanto, condicionada à situação de sistemas de circulação potencialmente pluviais ou não pluviais. A quantidade de chuva muito depende de fatores de ordem geográfica assim considerados:

##### A) Latitude

A posição plenamente equatorial da área de interesse a coloca, durante o verão-outono, sob influência da CIT, sendo esta mais atuante no litoral. Da mesma forma, a ação dos alísios se verifica em função da referida posição geográfica.

##### B) Orientação do litoral em relação à corrente dos alísios

A corrente dos alísios, em direção preferencial E-O e NE-SO, pode apenas tangenciar o litoral ou penetrar para o interior, formando ângulo reto com o litoral.

No primeiro caso, quando o litoral é paralelo ao Equador, a precipitação raramente ocorrerá, pois não há a mudança brusca por aquecimento diferencial ou rugosidade, não gerando perturbação convectiva na corrente. Entretanto, quando o litoral forma um ângulo em torno de 45° com o Equador, oferece condições para penetração direta do fluxo potencialmente instável por convecção, como acontece no litoral de Aquiraz até Icarai e no primeiro caso entre esta localidade e a divisa entre o Ceará e o Piauí. O litoral do Piauí—Maranhão, apesar de paralelo ao Equador, é chuvoso, mas por interferência de instabilidade de Oeste.

##### C) Relevo

A participação do relevo na composição do quadro climático regional nordestino é das mais relevantes, pois condiciona o surgimento de verdadeiros oásis, os conhecidos brejos úmidos, ao lado de quase desertos, a sotavento da barreira orográfica. Portanto, a

barlavento da barreira orográfica, em relação ao fluxo dos alísios, a precipitação é significativa a ponto de permitir a instalação de agricultura relativamente estável, mas a sotavento cria-se a zona de sombra de chuva, onde a semi-aridez é acentuada.

Na área em estudo, são as seguintes as barreiras orográficas de interesse: serras da Pacatuba e Maranguape, com 1.600 mm de chuva, da Uruburetama, com 1.400 mm, da Meruoca, com 1.600 mm e da Ibiapaba, com até 2.100 mm.

#### 5.3.2.1.3 — Os regimes pluviométricos

Os regimes pluviométricos que se apresentam na área são resultantes da associação entre as diferentes correntes de circulação aos fatores geográficos e, para seu entendimento, foram elaborados para localidades significativas os gráficos da marcha mensal e anual da precipitação onde os totais mensais são divididos em cinco categorias e o ano correspondente é representado em histograma, sendo apresentado nas seguintes localidades:

##### A) Fortaleza (Fig. 5.31)

É uma localidade representativa do litoral úmido a subúmido, com a linha costeira perpendicular à ação do fluxo dos alísios, ainda sofrendo, durante o verão-outono, a interferência da Convergência Intertropical, proporcionando uma estação chuvosa muito intensa, de fevereiro a maio e uma estação seca relativamente curta, de agosto a novembro. Entretanto, 54,8% dos meses apresentam-se com precipitação inferior a 60 mm (o limite estabelecido por Köppen (1948), abaixo do qual um mês é considerado seco) sendo 24,2% inferiores a 10 mm (Tab. 5.XLIII).

TABELA 5.XLIII  
Porcentagem média dos meses do ano com diferentes classes pluviométricas mensais

LOCALIDADE	INTERVALOS DE CLASSES (mm)						
	<10,0	10,1—60,0	<60,0	60,1—180,0	180,1—420,0	>180,0	>420,0
Fortaleza	24,2	30,6	54,8	18,0	20,9	27,2	6,3
Tanguá	34,7	22,8	57,5	20,5	19,0	22,0	3,0
Caucaia	26,4	28,9	55,3	22,2	19,2	22,5	3,3
Tucunduba	44,3	17,1	61,4	20,1	15,2	18,5	3,3
São Luís do Curu	46,4	18,9	65,3	17,7	13,3	17,0	3,7
Camocim	44,6	18,6	63,2	18,2	15,6	18,6	3,0
Piracuruca	28,5	25,1	53,6	20,5	22,8	25,9	3,1
Agude Sobral	45,7	18,2	63,9	20,9	14,8	15,2	0,6
Aracatiçu	48,3	23,1	71,4	17,0	11,6	11,6	0,0

Ainda ressalta-se o excepcional posicionamento climático de Fortaleza no quadro regional, pois além da atuação benéfica da circulação é praticamente circundada de serras que provocam um considerável aumento da precipitação, como a de Maranguape e Pacatuba.

O gráfico da Figura 5.31 revela também a marcha anual das precipitações. Infelizmente a série de registros é falha, mas visualizam-se seqüências de anos mais secos seguidos de anos mais úmidos, mas a tônica geral é a grande regularidade nos totais, reflexo da existência de meses muito secos ao lado de meses muito chuvosos, num mesmo ano. Entretanto, nota-se que um ano seco é sempre acompanhado de mais outros, assim como os anos chuvosos, em geral, não aparecem isoladamente.

**B) Tianguá (Fig. 5.32)**

Localidade representativa das serras úmidas a subúmidas, onde a intercepção de correntes de alísios provoca chuvas por convecção orográfica, ainda aumentadas, no verão-outono, pela presença da Convergência Intertropical.

Mais da metade do ano apresenta precipitação inferior a 60 mm (57,5%) para o período de 1912-1974 (Tab. 5.XLIII).

Considerando-se a seqüência de 62 anos, com poucas falhas, observam-se fases mais úmidas e fases mais secas, mas de extrema irregularidade, de ano para ano; assim como a presença da estação chuvosa é muito contrastante com a estação seca, dentro do mesmo ano.

**C) Caucaia (Fig. 5.33) e Tucunduba (Fig. 5.34)**

Localidades representativas das áreas subúmidas a meia distância do litoral, por isso sofrendo a ação mais moderada da modificação da corrente dos alísios, além de receber diretamente o impacto da Convergência Intertropical, durante o verão-outono.

Caucaia apresenta cerca de 55,3% dos meses com precipitação inferior a 60 mm e Tucunduba, que está mais distante do oceano, 61,4%. Entretanto Tucunduba possui 44,3% dos meses com precipitação inferior a 10 mm, contra 26,4% em Caucaia (Tab. 5.XLIII).

Seqüências de anos secos alternam-se com de anos úmidos, definindo fases mais ou menos homogêneas, mas sem contudo suportar uma análise estatística que possa subsidiar previsões de anos secos com grande antecedência.

**D) São Luís do Curu (Fig. 5.35)**

Localiza-se na faixa transicional entre o litoral úmido e o sertão semi-árido, representando um tipo de regime subúmido a semi-árido, recebendo a mesma circulação que Caucaia, mas já atenuada em sua potencial de umidade.

Os meses com precipitação menor que 60 mm perfazem cerca de 65,3% do ano (sete meses e meio) sendo 46,4% menos que 10 mm.

As seqüências de anos secos, médios e chuvosos são de identificação rápida através do gráfico (Fig. 5.35) e os anos em que o mês de janeiro apresentar precipitação inferior a 60 mm serão secos, sendo úmidos aqueles que apresentam outono chuvoso.

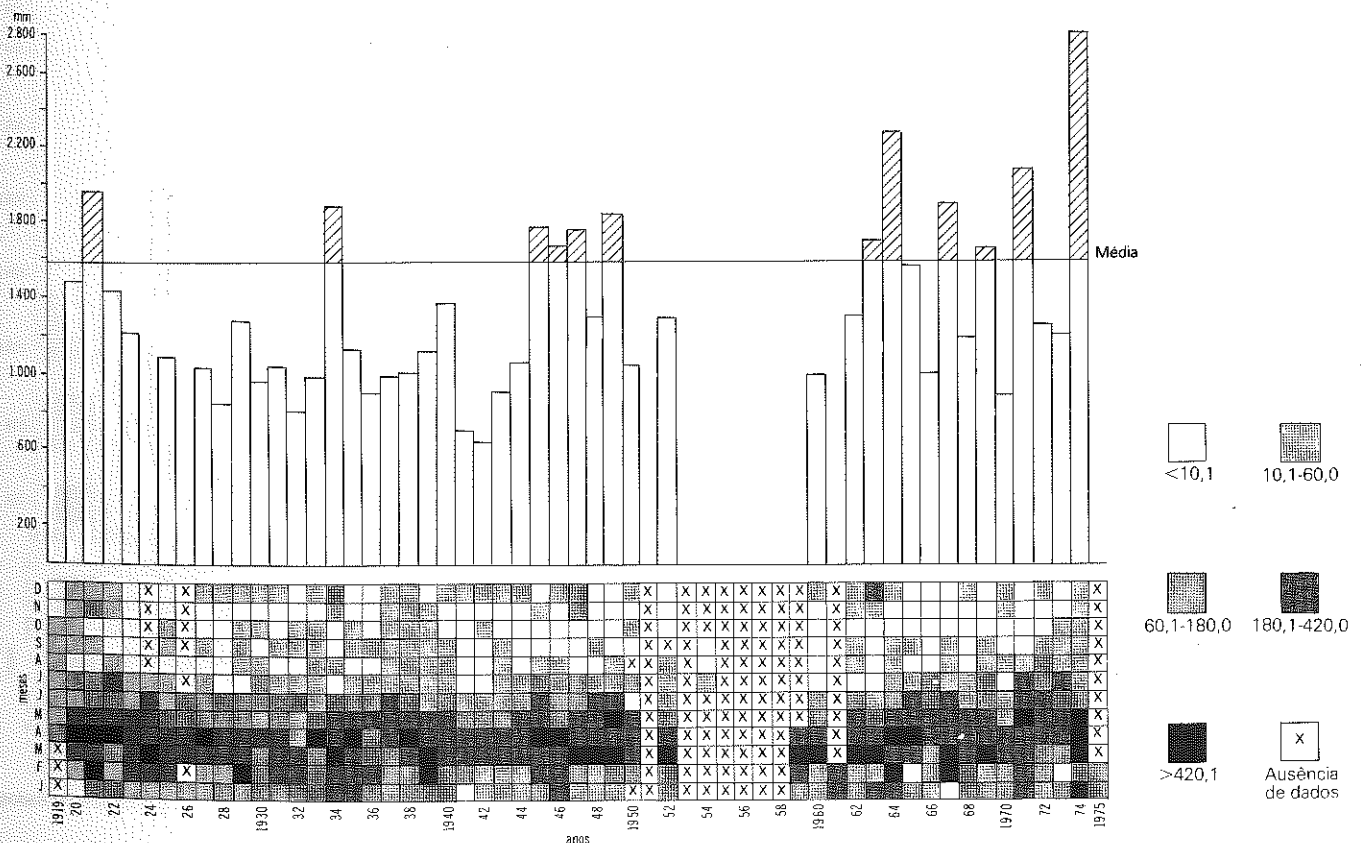


Fig. 5.31 - Fortaleza. Marcha mensal e anual de precipitação.

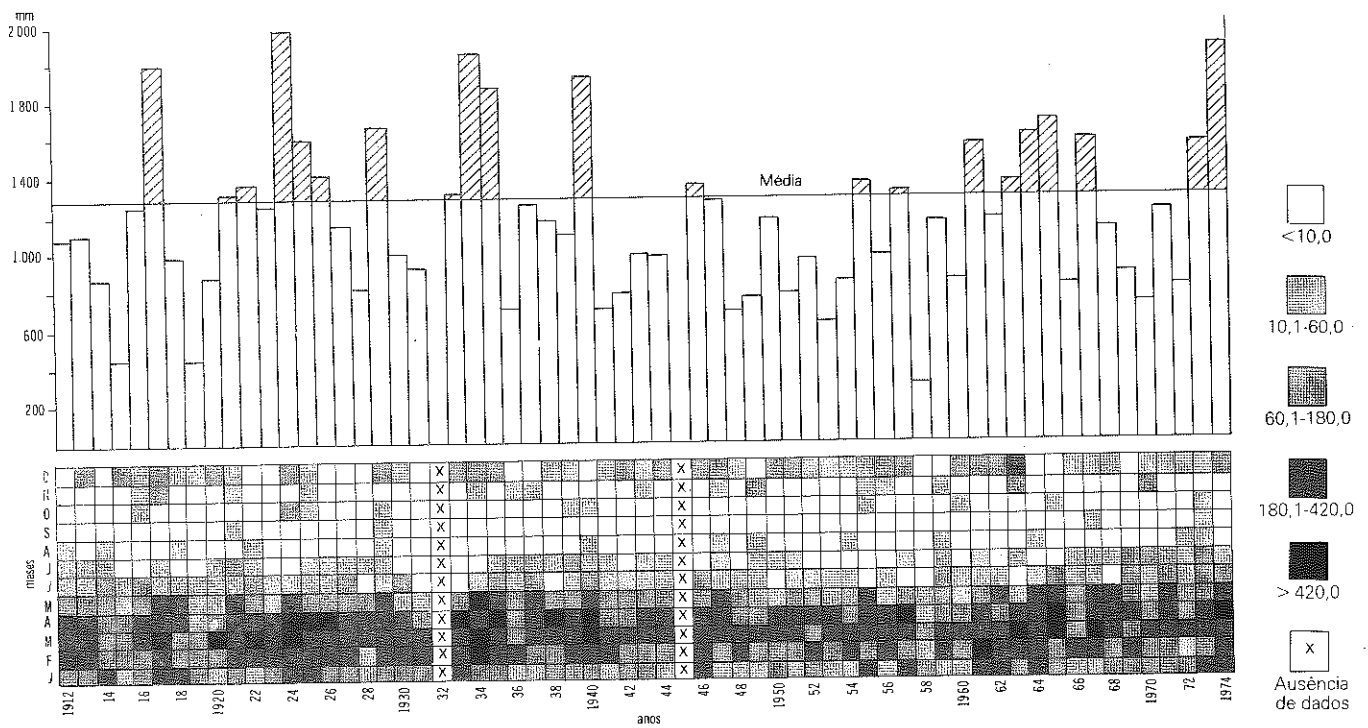


Fig. 5.32 - Tianguá, CE. Marcha mensal e anual de precipitação.

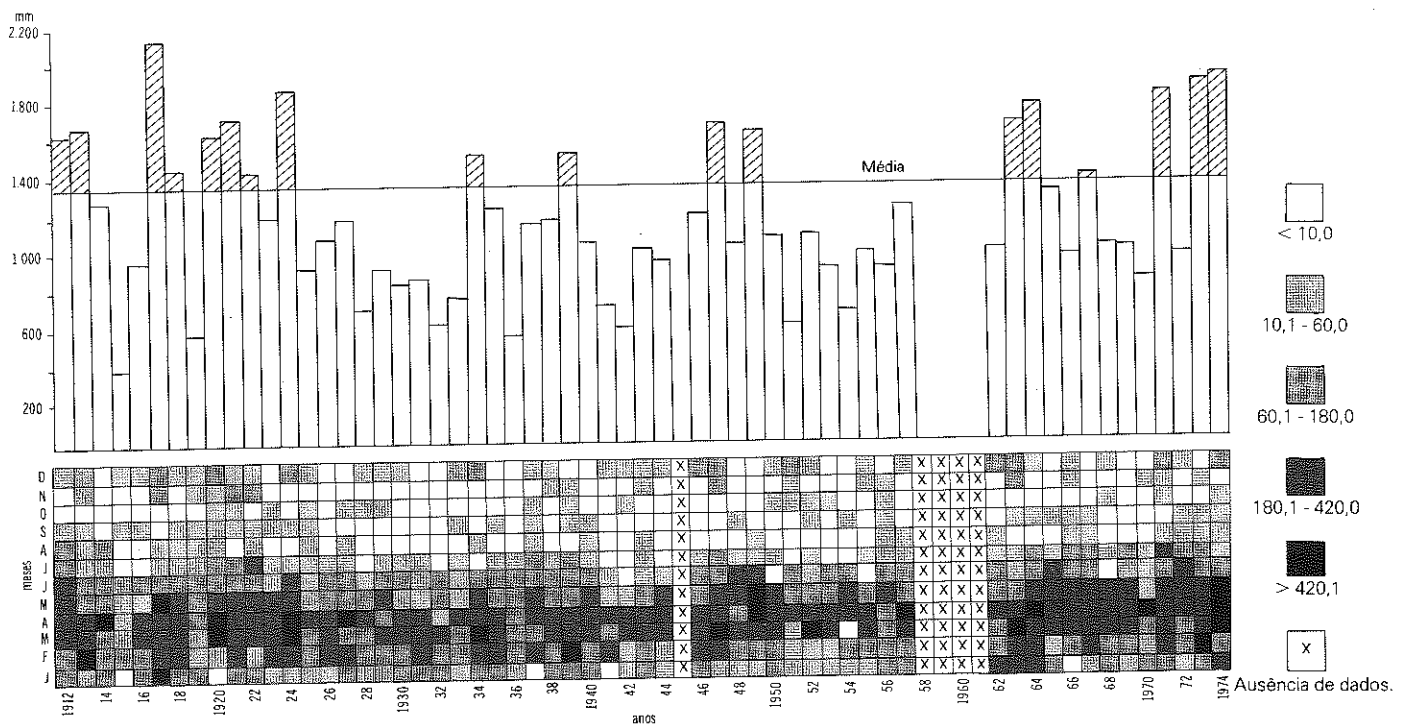


Fig. 5.33 - Caucaia Marcha mensal e anual de precipitação.

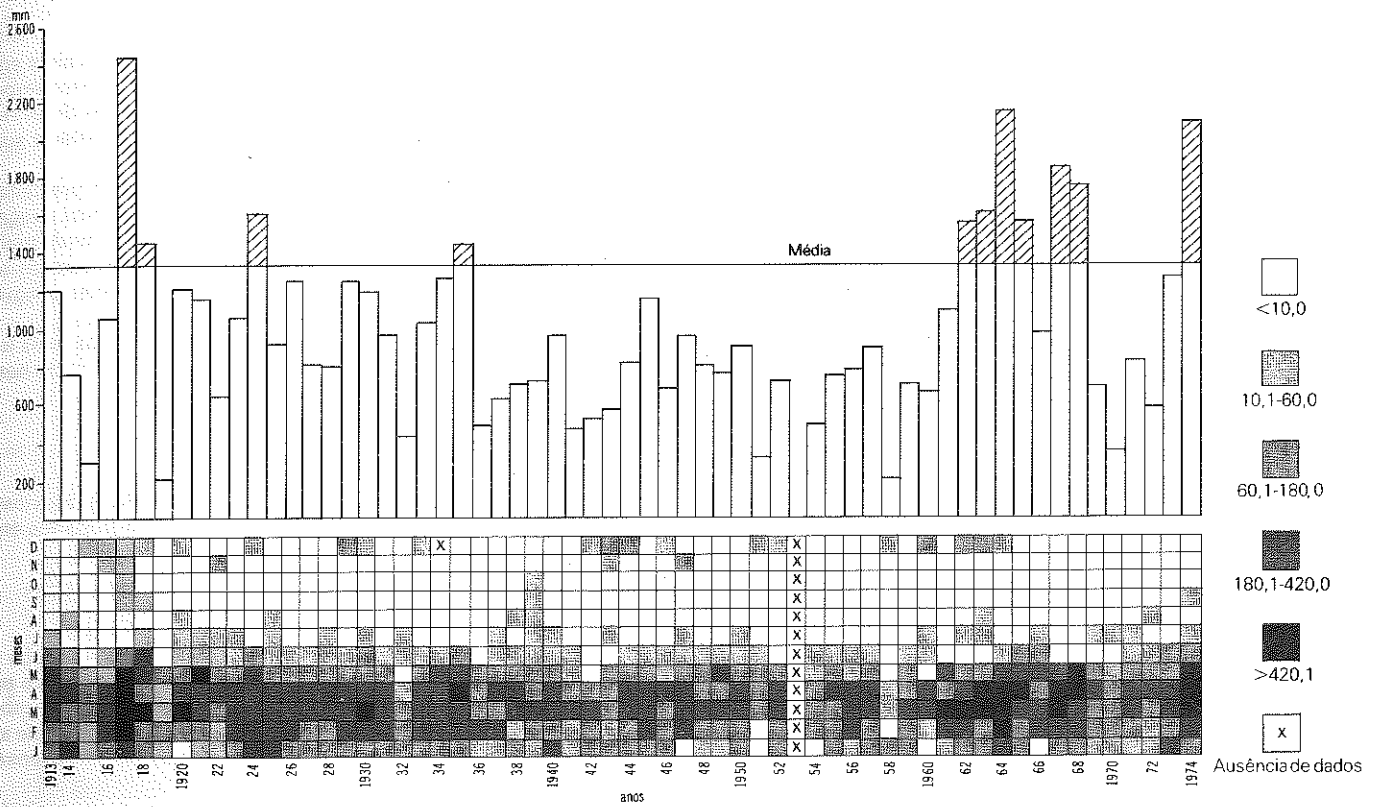


Fig. 5.34 - Tucunduba. Marcha mensal e anual de precipitação.

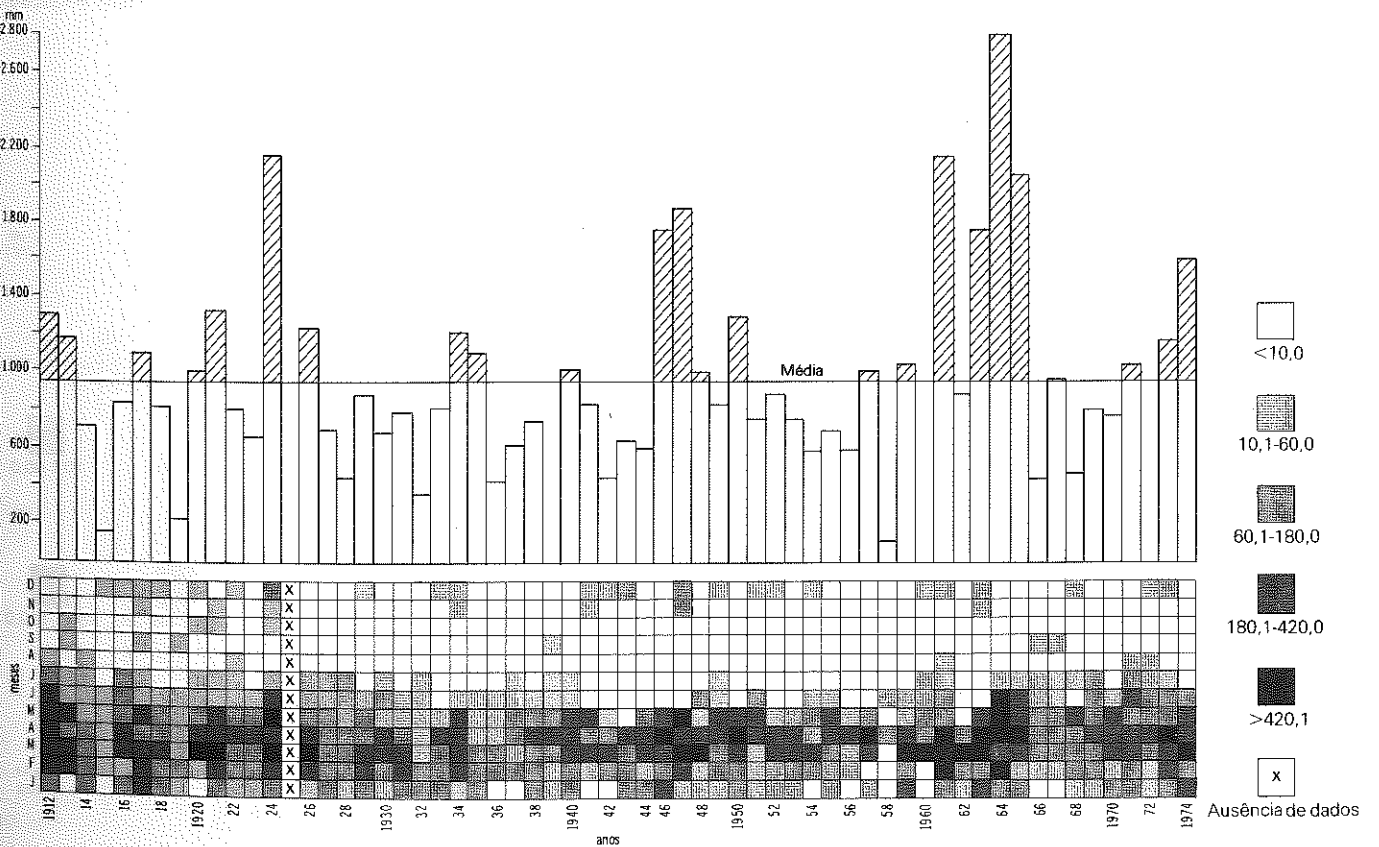


Fig. 5.35 - São Luís do Curu. Marcha mensal e anual de precipitação.



E) Camocim (Fig. 5.36)

Representa as condições pluviométricas do litoral subúmido a semi-árido paralelo ao Equador, tangenciado pela corrente dos alísios, o que provoca intenso período seco, contrastando com um significativo período chuvoso, concentrado nos meses de fevereiro a abril, quando da atuação da Convergência Intertropical.

São 63,2% dos meses do ano com precipitação inferior a 60 mm (sendo 44,6% inferior a 10 mm — Tab. 5.XLIII) ao lado do curto período chuvoso no outono, com 18,6% dos meses do ano apresentando precipitações superiores a 180 mm (ou seja, concentrados nos meses fevereiro e março em alguns anos e, em outros, em março e abril).

A intensificação da semi-aridez acentua os contrastes de ano para ano, considerando-se os totais anuais. Assim sendo, um ano extremamente seco pode vir acompanhado de outro muito chuvoso, o que torna dificultosa a previsão a longo prazo, mas quando a estiagem do ano anterior avança para o seguinte, com os meses de janeiro e fevereiro com pouca chuva, este será seco.

F) Piracuruca (Fig. 5.37)

Representa dentro da área em estudo um clima mais próximo daquele do Brasil Central, com estação chuvosa tomando praticamente metade do ano, estando sob influência das instabilidades de Oeste, durante o verão e da Convergência Intertropical no outono.

Os meses com precipitação inferior a 60 mm são 53,6%, portanto a metade do ano apresenta-se com seca, mas na estação úmida é freqüente a presença de chuvas torrenciais.

O número de anos com precipitação superior à média é de 53%, havendo, portanto, um certo equilíbrio entre anos secos e chuvosos, que apresentam-se em períodos mais secos alternados de outros mais úmidos.

G) Açude Sobral (Fig. 5.38) e Aracatiçu (Fig. 5.39)

Representam as condições do sertão semi-árido, localizadas em áreas baixas e planas, onde as correntes dos alísios trazem tempo estável e a influência da Convergência Intertropical se faz de forma atenuada, dadas a maior interiorização destas localidades e sua pouca altitude.

Açude Sobral apresenta 63,9% dos seus meses com precipitação inferior a 60 mm, sendo 45,7% com menos de 10 mm. Aracatiçu está a sotavento da serra da Uruburetama, sendo ainda mais acentuada sua semi-aridez, pois 71,4% dos meses apresentam-se com precipitação inferior a 60 mm (ou seja, entre oito a nove meses), sendo 48,3% menor que 10 mm (Tab. 5.XLIII).

A extrema irregularidade pluviométrica anual, nestas duas localidades, caracteriza o regime hídrico do clima semi-árido nordestino.

5.3.2.1.4 — Distribuição espacial da pluviosidade

A) Para melhor entendimento da distribuição espacial da pluviosidade na área em estudo, os totais anuais foram agrupados em classes, assim definidas (Fig. 5.40):

I. Maior que 1.500 mm

Corresponde às áreas serranas, como da Meruoca, Ibiapaba e Pacatuba—Maranguape, umidificadas pelo efeito orográfico na corrente dos alísios; ao litoral de Fortaleza e determinados trechos daí até Icarai e, finalmente, ao litoral do Maranhão—Piauí, onde as instabilidades de Oeste tornam a estação chuvosa muito intensa, até Buriti dos Lopes.

Estas áreas respondem por grande parte da produção agrícola da região, destacando-se banana nas serras de Pacatuba, Maranguape e em torno de Fortaleza; a cana de Aquiraz (sem irrigação);

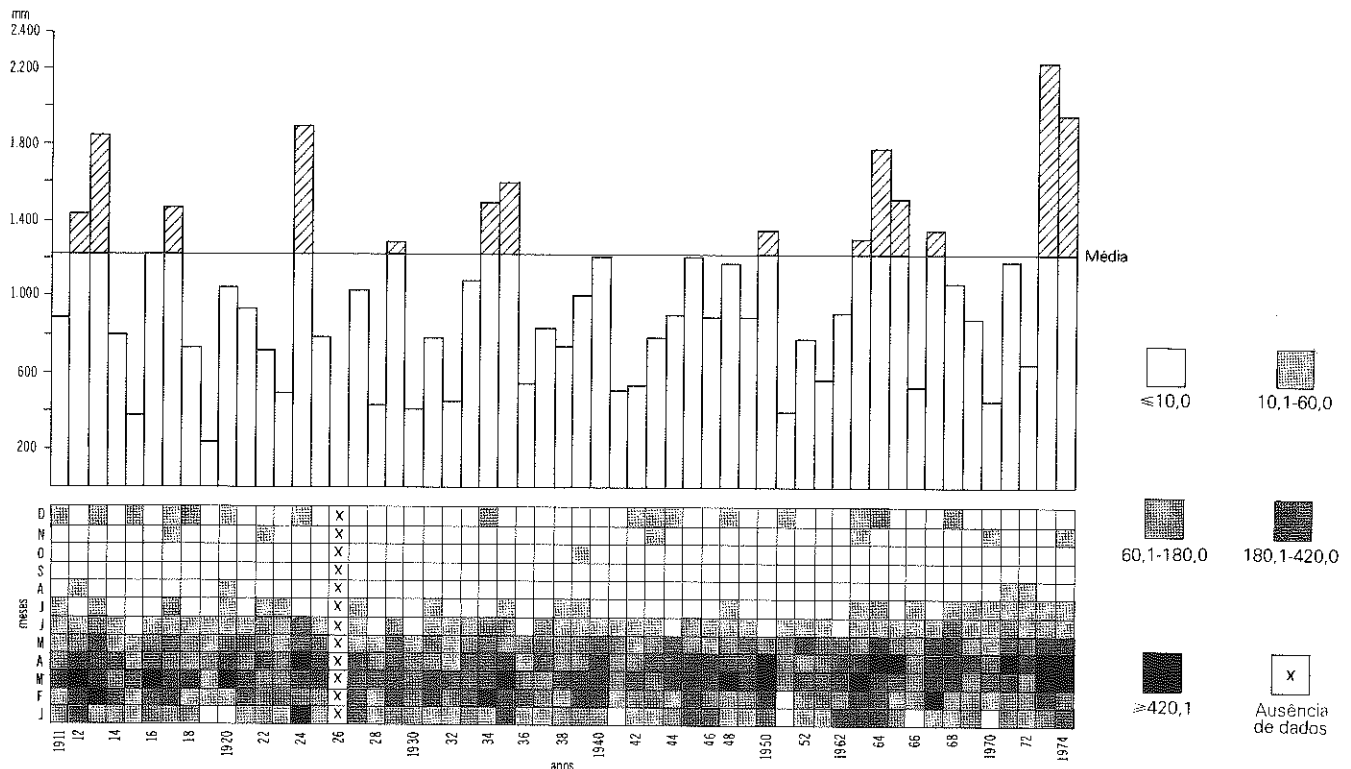


Fig. 5.36 - Camocim. Marcha mensal e anual da precipitação.

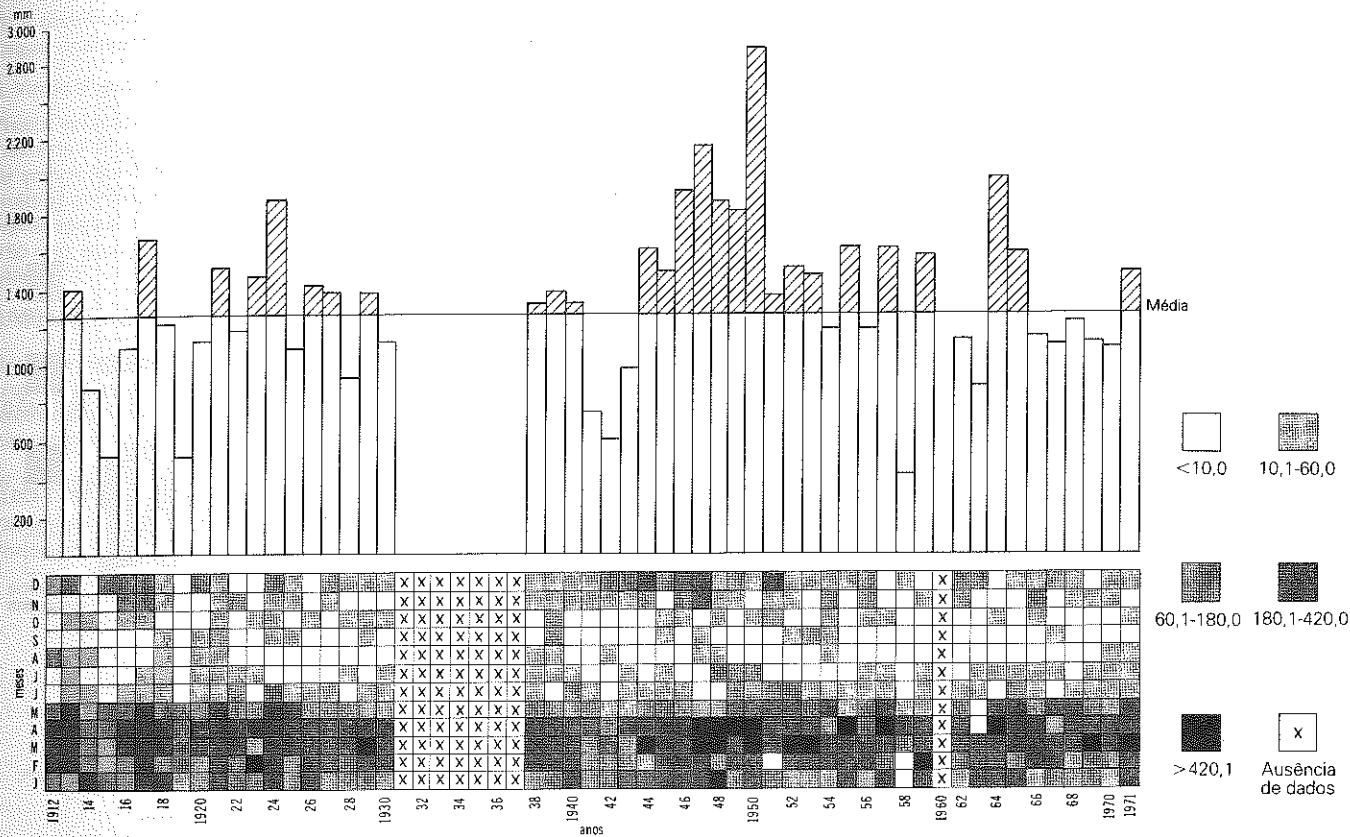


Fig. 5.37 - Piracuruca. Marcha mensal e anual de precipitação.

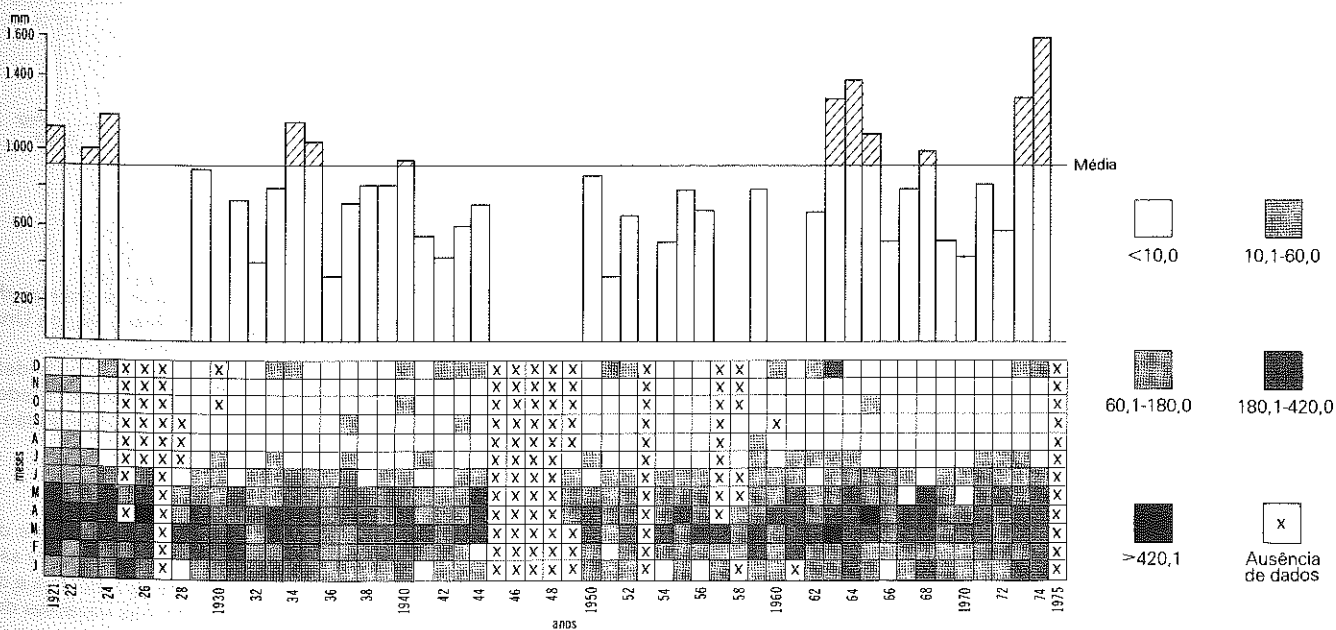


Fig. 5.38 - Açude Sobral. Marcha mensal e anual de precipitação.

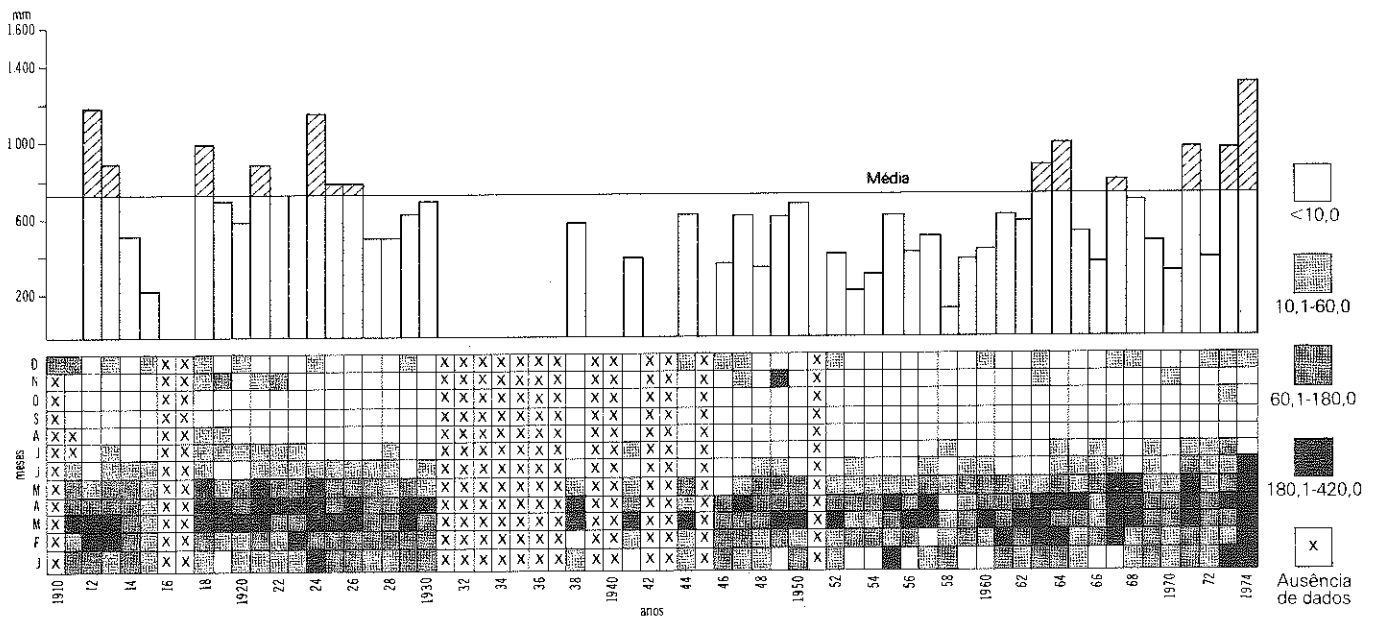


Fig. 5.39 - Aracatiçu. Marcha mensal e anual de precipitação.

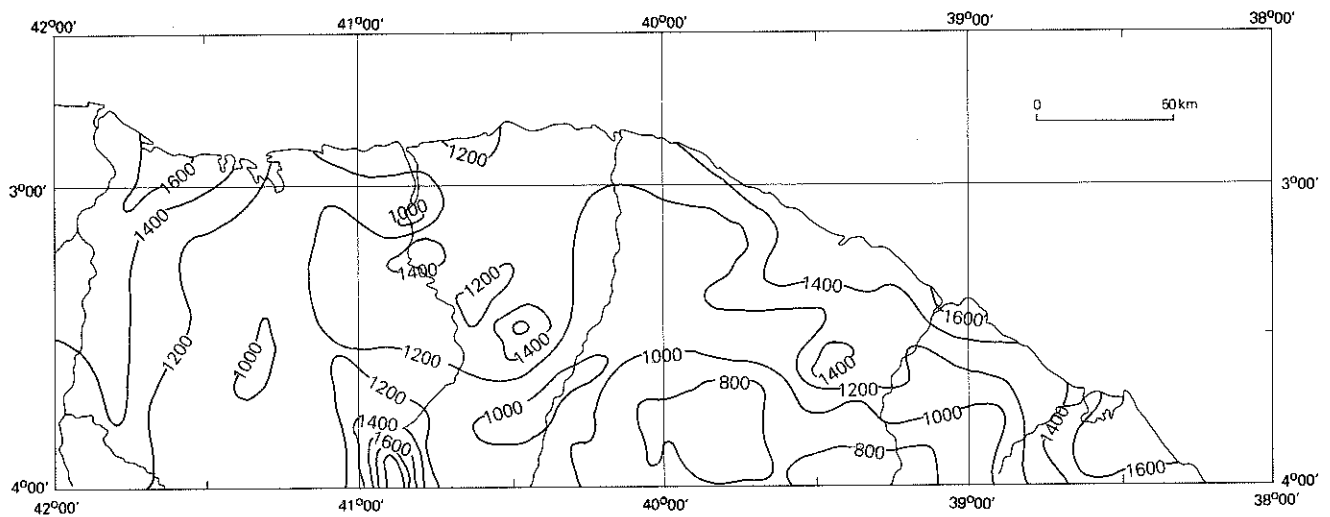


Fig. 5.40 - Pluviometria total média anual.

o café, a cana e a fruticultura na serra da Ibiapaba; a fruticultura na serra da Meruoca; e o arroz em Buriti dos Lopes (o ano inteiro) e todo Baixo Parnaíba. Nas serras da Meruoca e da Ibiapaba, a presença natural da palmeira babaçu é um significativo indicador de umidade.

#### II. Entre 1.200 e 1.500 mm

Abrange faixas litorâneas contínuas, de Caucaia aos limites Ceará—Piauí; a serra da Uruburetama; as encostas da Meruoca e Ibiapaba; e o setor sudoeste da Folha, sob influência das correntes instáveis de oeste.

Nestas faixas pratica-se, em geral, agricultura de ciclo curto; a bananicultura na serra da Uruburetama, e ao longo do litoral o caju e o coco-da-baía são muito difundidos; além da pecuária em todas estas áreas, principalmente a leiteira.

#### III. Entre 800 e 1.200 mm

Faixa próxima dos limites de semi-aridez destaca-se no reverso da serra da Ibiapaba, até o litoral; a sotavento da Meruoca, da Uruburetama e das serras de Pacatuba—Maranguape.

Inclui alguns dos elementos característicos da semi-aridez, como a presença da caatinga (arbórea e arbustiva densas), predominando a agricultura de ciclo curto, de subsistência, do algodão e da pecuária extensiva.

#### IV. Menor que 800 mm

Compreende a zona de sombra das serras da Uruburetama e de Pacatuba—Maranguape, onde as condições de semi-aridez são mais expressivas, através da presença de caatinga arbustiva e da agricultura praticada temporariamente apenas nas vazantes dos rios.

B) A distribuição espacial da pluviosidade ao longo do tempo é a seguir analisada, nas diferentes estações do ano:

I. Verão (Fig. 5.30)

Nesta estação, as mais significativas chuvas ocorrem no setor oeste da Folha, onde a ação das instabilidades de Oeste se faz sentir com maior intensidade, até a Chapada da Ibiapaba, com totais médios em janeiro de até 250 mm na foz do rio Parnaíba a 200 mm na Ibiapaba. No litoral de Fortaleza a precipitação atinge até 150 mm, mas já sob influência das perturbações nas correntes dos alísios.

II. Outono (Fig. 5.29)

Trata-se da estação mais chuvosa, quando a Convergência Intertropical atinge toda área, mas com maior intensidade o litoral e as áreas elevadas, principalmente a Chapada de Ibiapaba, onde a precipitação em abril excede a 500 mm.

III. Inverno (Fig. 5.41)

Durante o inverno austral a área toda é invadida pelos alísios mais fortes e com menor potencial de umidade, nesta estação, trazendo

pouca chuva. Em julho, as precipitações não ultrapassam a 100 mm, atingindo 75 mm no litoral de Fortaleza.

IV. Primavera (Fig. 5.42)

É a estação seca por excelência, onde o fluxo dos alísios não traz praticamente nenhum potencial de umidade precipitável em sua camada inferior. São dias quentes e secos, porém ventilados.

Durante o mês de outubro raramente chove mais que 10 mm, o mesmo acontecendo com todos os meses da primavera.

5.3.2.2 — Temperatura

O comportamento térmico do ar, próximo ao solo, reflete, principalmente, a posição geográfica da área e as variações de altitude apresentadas pelo relevo.

Localizada entre 2°30' e 4°00' de latitude Sul, a área em apreço insere-se completamente na zona equatorial, recebendo apenas influência de sistemas atmosféricos tropicais, com a agravante de a área possuir dois equinócios, no outono e na primavera, conservando assim elevadas temperaturas durante o ano todo.

O efeito da altitude no comportamento da temperatura é evidenciado na Figura 5.43, sendo o gradiente térmico vertical médio,

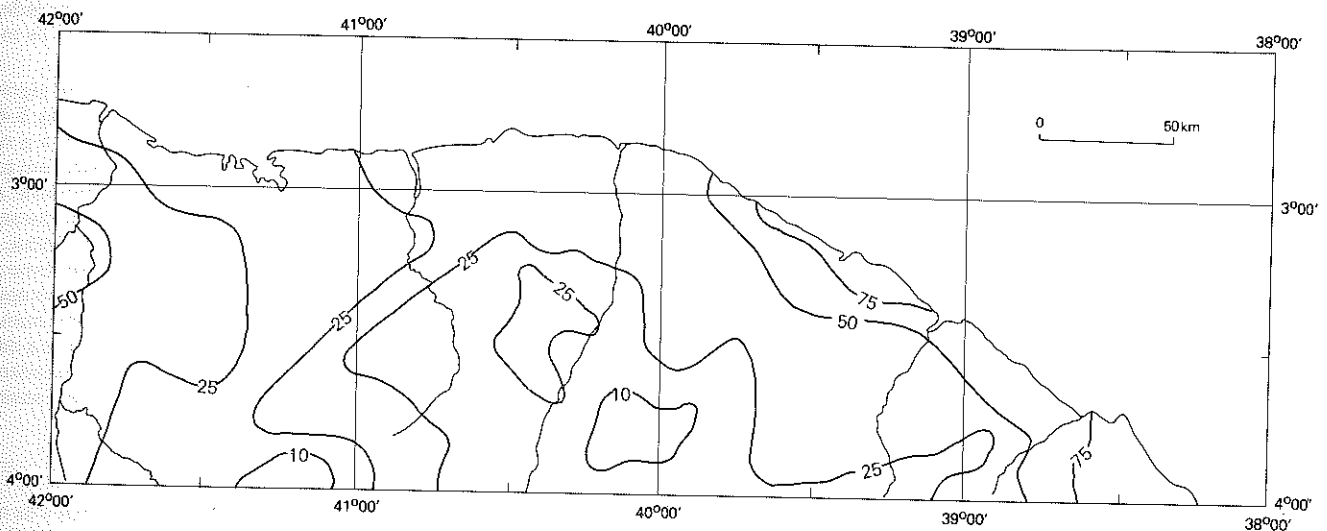


Fig. 5.41 - Pluviometria média em julho (inverno).

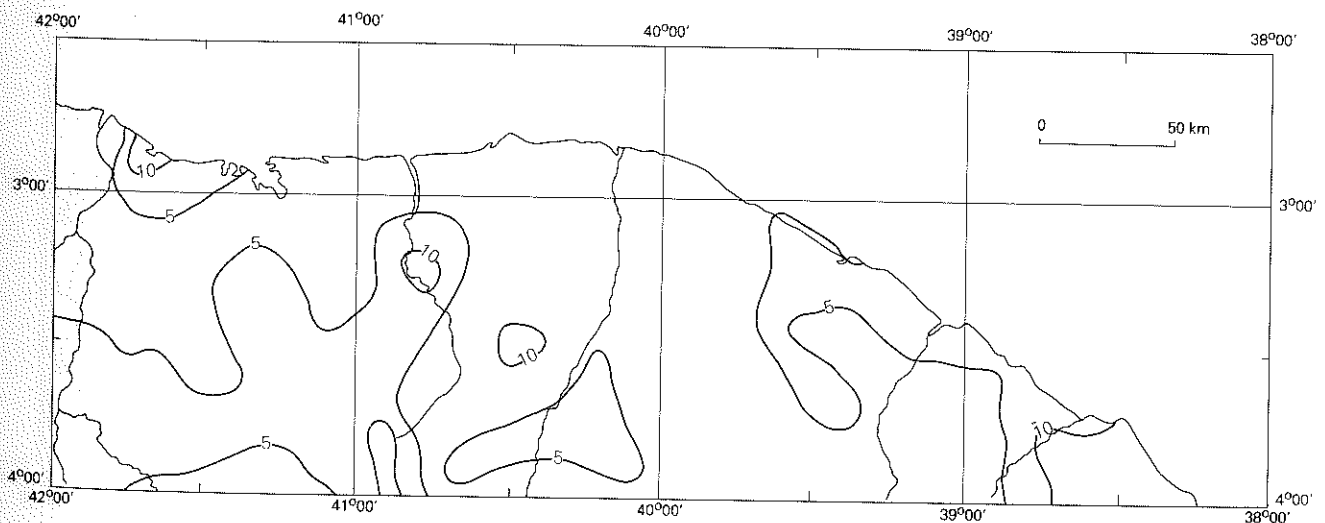


Fig. 5.42 - Pluviometria média em outubro (primavera).



no nordeste do Brasil, exceto Bahia e Maranhão, igual a 0,6°C/100 m, calculado, segundo equação linear, pelo método dos mínimos quadrados.

Assim, as zonas serranas apresentam temperaturas menos elevadas, segundo sua altitude, sendo a Chapada da Ibiapaba a área da Folha que apresenta as temperaturas médias mais amenas (Fig. 5.44), mesmo em janeiro, mês mais quente (Fig. 5.45), e em julho, mês menos quente (Fig. 5.46).

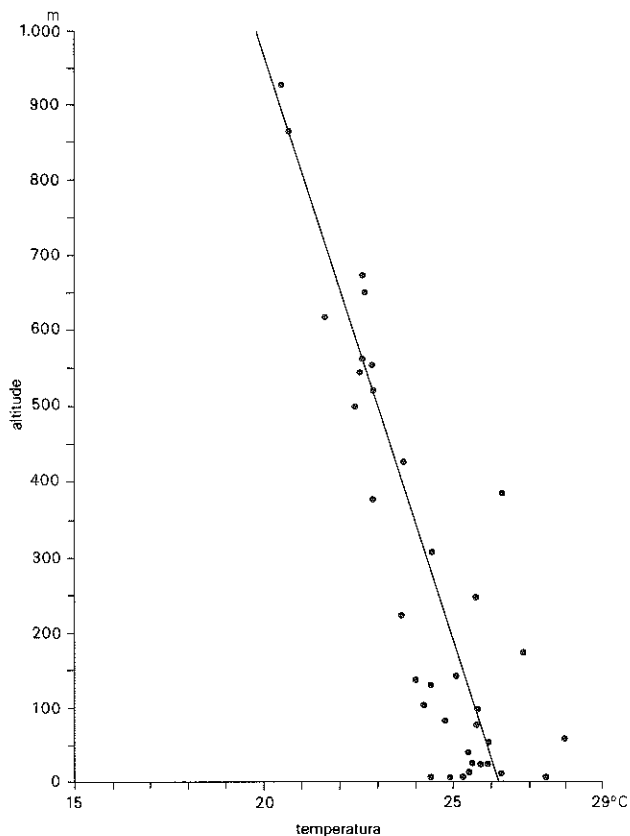


Fig. 5.43 - Gradiente térmico vertical médio no nordeste do Brasil, exceto Bahia e Maranhão.

### 5.3.2.3 — Balanço hídrico

O confronto entre as necessidades hídricas das plantas em geral e a chuva que realmente se verifica em determinada área constitui o princípio funcional do balanço hídrico preconizado por Thornthwaite *et alii* (1944).

A evapotranspiração potencial (EP) indica a necessidade de água por unidade de área, ou melhor, a chuva teoricamente necessária para manter a vegetação verde e turgesciente durante o ano inteiro.

Assim, o confronto entre a evapotranspiração potencial e a precipitação (P-EP) assume grande importância na composição do mosaico climático regional (Fig. 5.47). Os valores positivos de P-EP indicam um potencial de água disponível às plantas, ao escoamento superficial e ao armazenamento nos aquíferos mais profundos. Estes valores são encontrados no litoral de Fortaleza, Baixo Parnaíba e no *front* da Chapada da Ibiapaba, serras da Meruoca, Uruburetama, Pacatuba e Maranguape. Os valores negativos de P-EP são mais expressivos no sertão, principalmente a sotavento dos maciços orográficos.

O excedente hídrico é a quantidade de água precipitada que não é absorvida pelo solo e não é evapotranspirada, incorporando-se à rede de drenagem superficial e subsuperficial. A distribuição espacial do excedente hídrico (Fig. 5.48) revela maiores excedentes nas serras, no litoral de Fortaleza e Baixo Parnaíba, e os menores a sotavento dos maciços orográficos.

A deficiência hídrica, no balanço hídrico, possui duplo significado para o uso da terra, sendo o volume da deficiência (Fig. 5.49) representativo da quantidade de água que falta no solo, e o número de meses com deficiência hídrica (Fig. 5.50) mostra, em termos médios, por quanto tempo aquela deficiência perdura. As mais elevadas deficiências, acima de 800 mm, ocorrem durante mais de oito meses, definindo os setores mais secos da Folha, as áreas de sotavento dos maciços orográficos e o litoral em torno de Camocim. As serras, o litoral de Fortaleza e o Baixo Parnaíba apresentam menores deficiências, com menos de 500 mm, em menos de cinco meses. Segundo Thornthwaite, não haverá seca se a deficiência hídrica do período seco não for além de 60% do excedente hídrico anual. O índice de umidade é produto desta relação, assim:

$$Im = \frac{100 \cdot \text{Exc.} - 60 \cdot \text{Def.}}{EP}$$

Os valores positivos correspondem aos climas úmidos e os negativos, aos climas secos, em todas suas nuances (Fig. 5.51). Por-

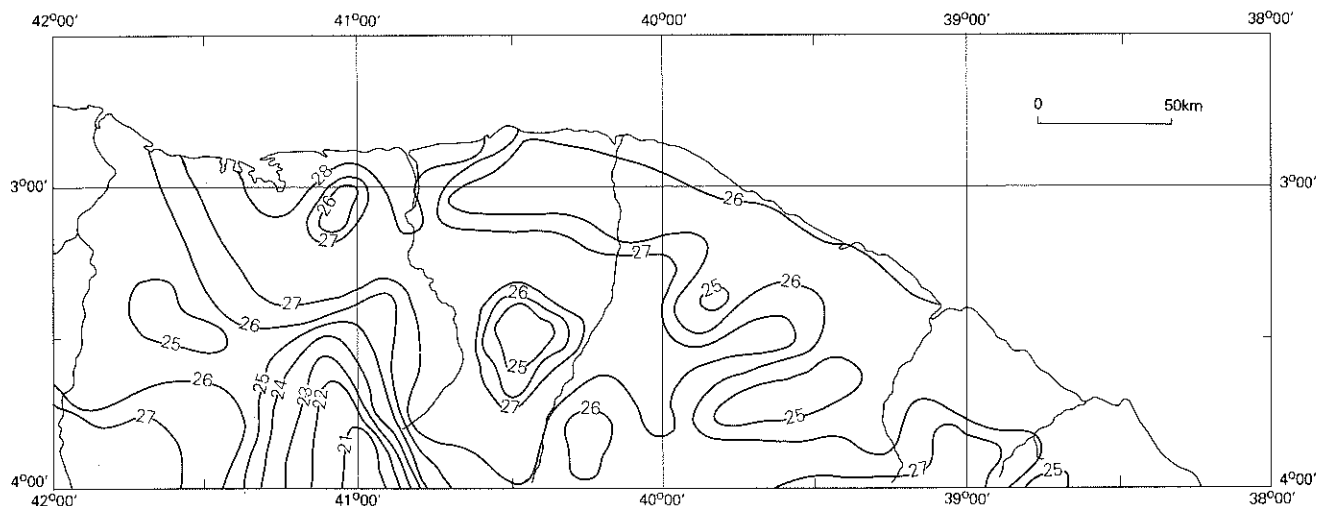


Fig. 5.44 - Temperatura média anual.

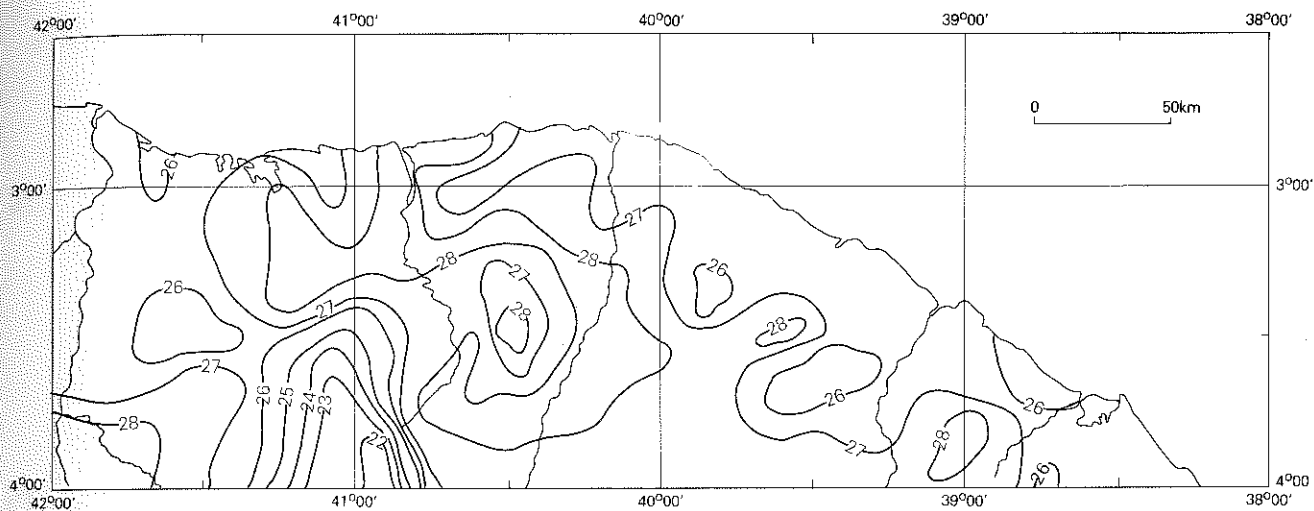


Fig. 5.45 - Temperatura média em janeiro.

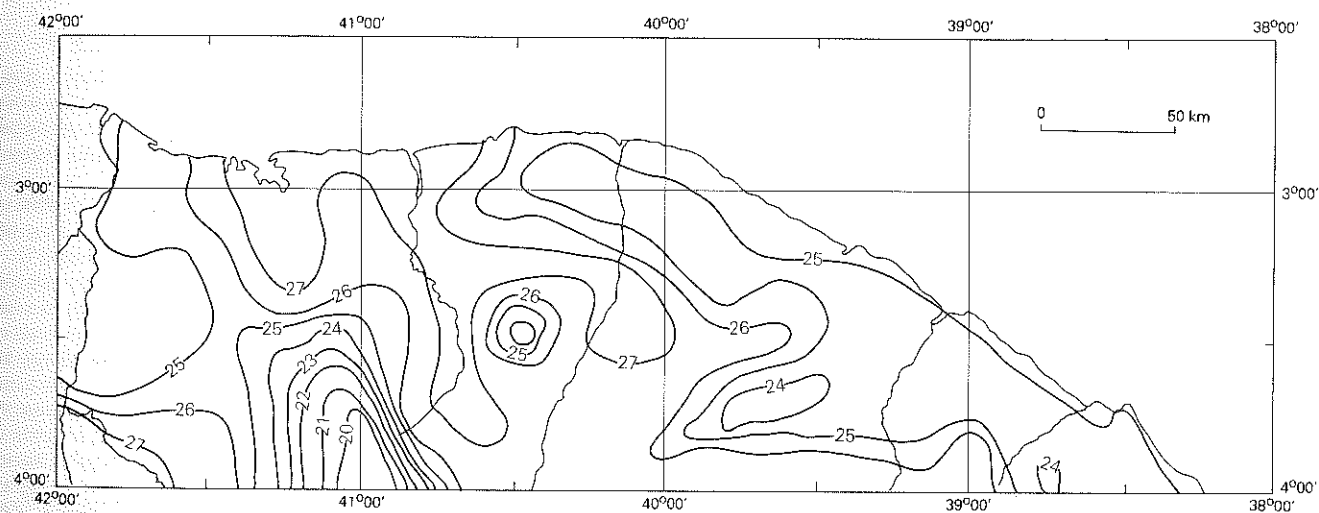


Fig. 5.46 - Temperatura média em julho.

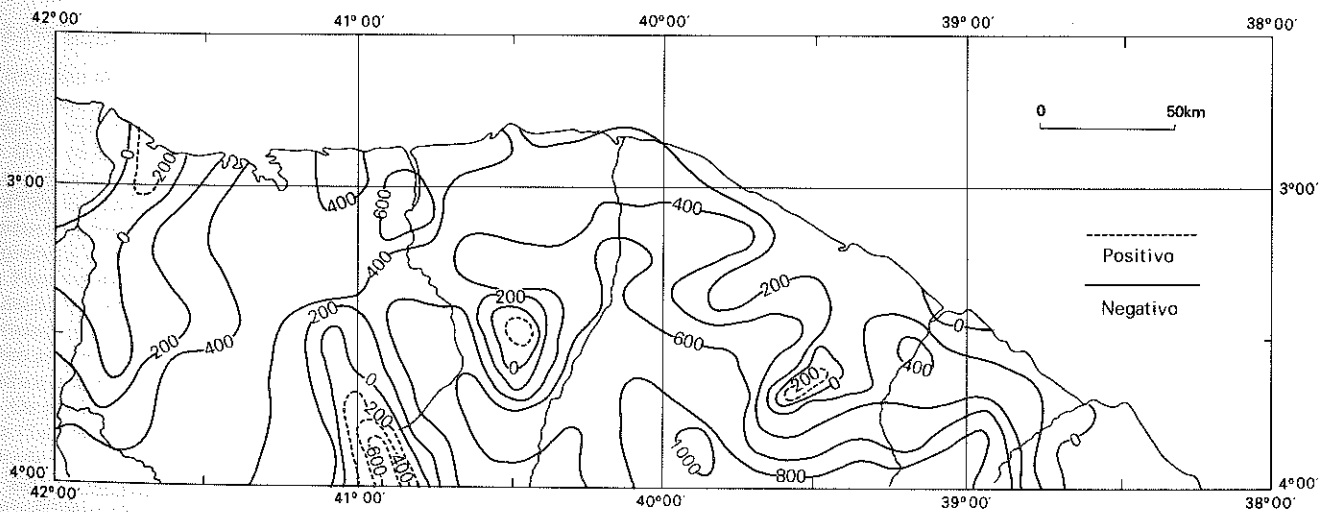


Fig. 5.47 - Valores médios de P-EP (mm).

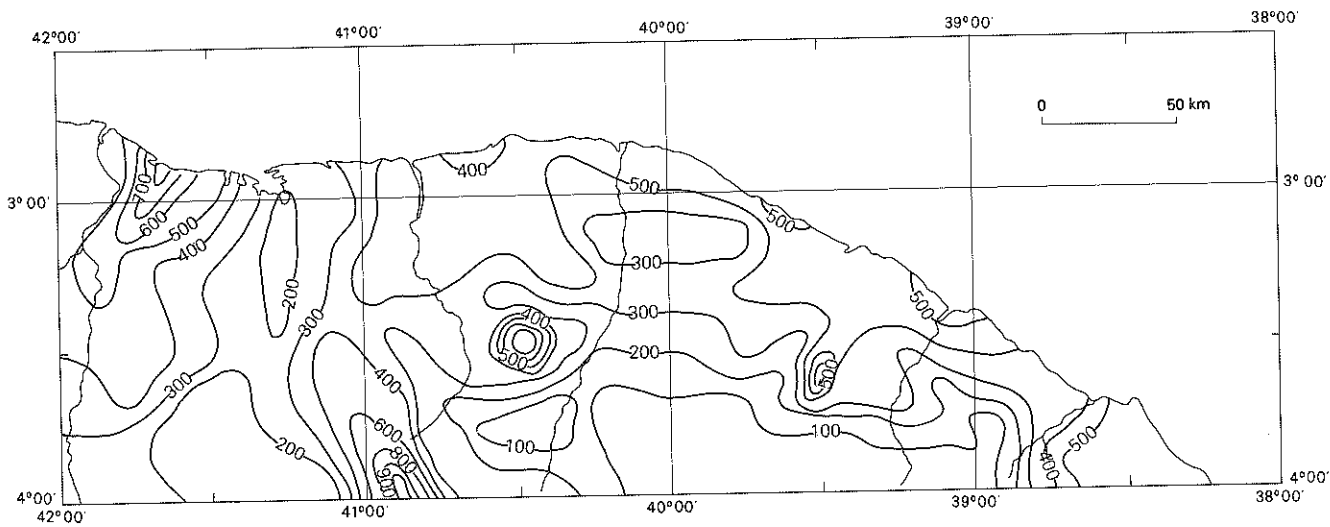


Fig. 5.48 - Excedente hídrico médio anual (mm).

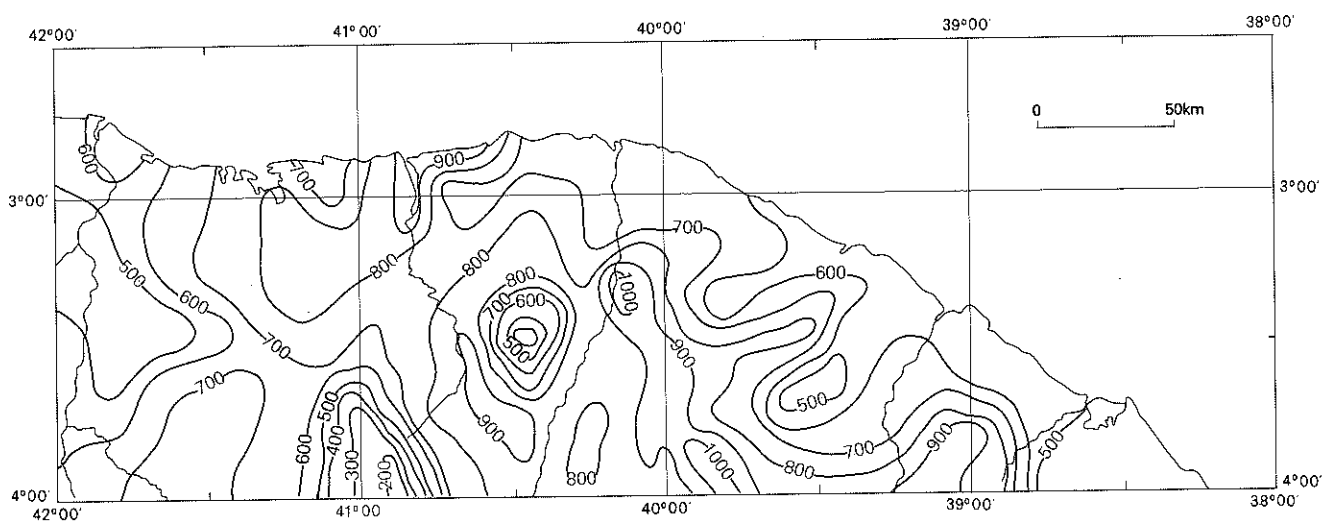


Fig. 5.49 - Deficiência hídrica média anual (mm).

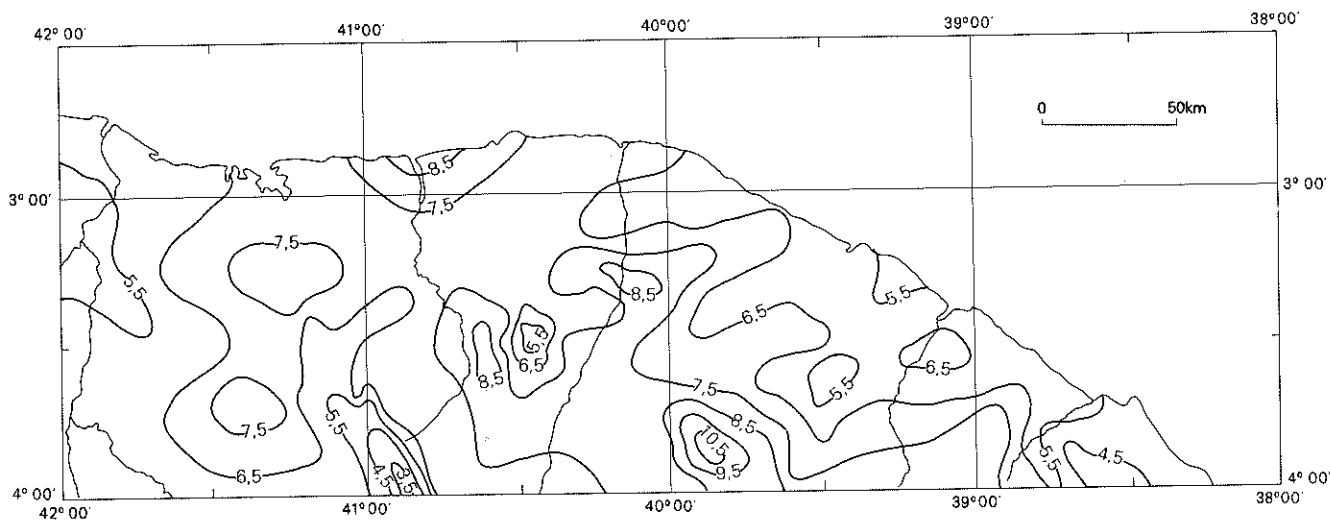


Fig. 5.50 - Número médio de meses por ano com deficiência hídrica.

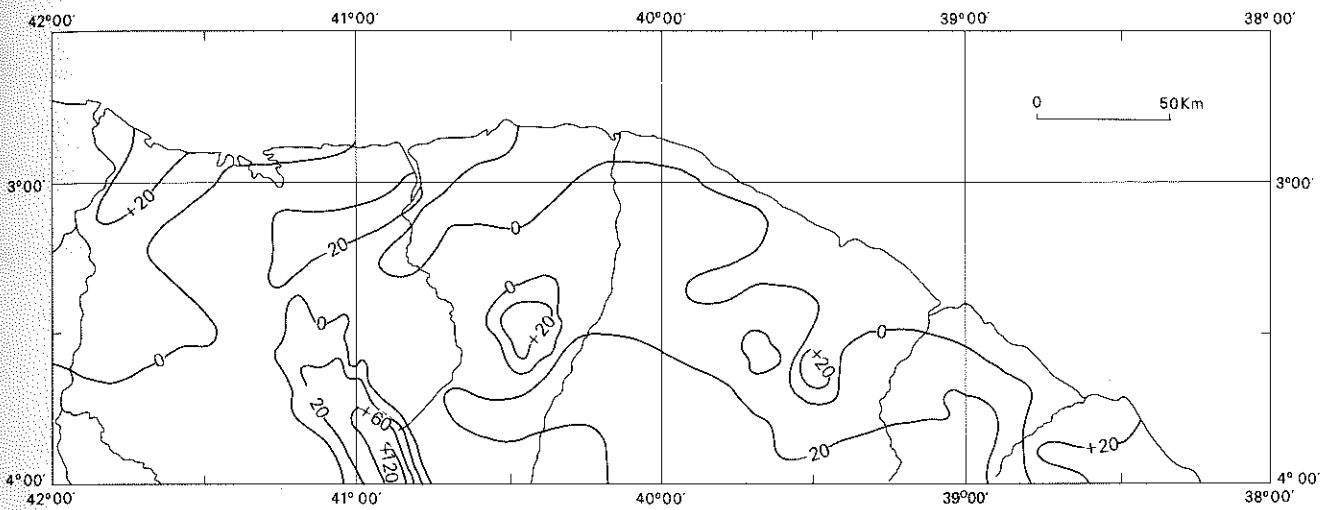


Fig. 5.51-Índice de umidade de Thornthwaite.  $IM = \frac{Exc. 100 - Def. 60}{EP}$

tanto, a isolinha de valor igual a zero separa, do lado positivo, o clima subúmido do clima subseco, do lado negativo. Os valores negativos mais extremos ocorrem nas áreas mais desprovidas de precipitações, a sotavento das serras, e os positivos, mais elevados, ocorrem naquelas áreas já citadas como as mais úmidas: litoral de Fortaleza, Baixo Parnaíba, Chapada de Ibiapaba, serras da Meruoca, Uruburetama, Pacatuba e Maranguape.

O balanço hídrico pode ser sintetizado em gráfico representativo da integração entre a evapotranspiração potencial, precipitação e evapotranspiração real. Sempre que a curva P aparece abaixo da curva EP há utilização da água disponível no solo (retirada), até que se esgotem os 125 mm de água disponível, após o que se inicia o período de deficiência, que se prolonga até que a curva P ultrapasse a EP. Então inicia a reposição da água no solo, até que se atinjam os 125 mm e, a partir daí, ocorre o excedente hídrico. Foram selecionadas nove localidades representativas das diferentes áreas climáticas da Folha: Fortaleza (Fig. 5.52); Tianguá (Fig. 5.53); Caucaia (Fig. 5.54); São Luís do Curu (Fig. 5.55); Açude Tucunduba (Fig. 5.56); Piracuruca (Fig. 5.57); Camocim (Fig. 5.58); açude Sobral (Fig. 5.59); e Aracatiçu (Fig. 5.60).

### 5.3.3 — CLIMAS REGIONAIS E MESOCLIMAS

O conceito de clima regional comporta, intrinsecamente, a noção de síntese, buscando-se a maior homogeneidade possível nos espaços considerados.

O nível de tratamento climatológico utilizado neste estudo pressupõe um esforço da síntese que revela, dentro do próprio clima regional, suas nuances intra-regionais, ou seja, seus aspectos mesoclimáticos, o nível taxonômico compreendido entre o clima regional e o local.

Para a definição dos climas regionais e suas variações mesoclimáticas, foram confrontados os seguintes elementos: índice de umidade de Thornthwaite; precipitação total anual; excedente hídrico anual; número de meses com deficiência hídrica; deficiência hídrica anual; e temperatura média anual.

Os parâmetros utilizados para caracterizar os citados elementos (Tab. 5.XLIV) possuem distribuição estatisticamente considerada.

Apesar da temperatura também ter sido incluída entre os parâmetros, não definiu climas regionais sendo todos considerados quentes, pois a temperatura mínima do mês mais frio é superior a 18°C, limite acima do qual os climas são considerados quentes

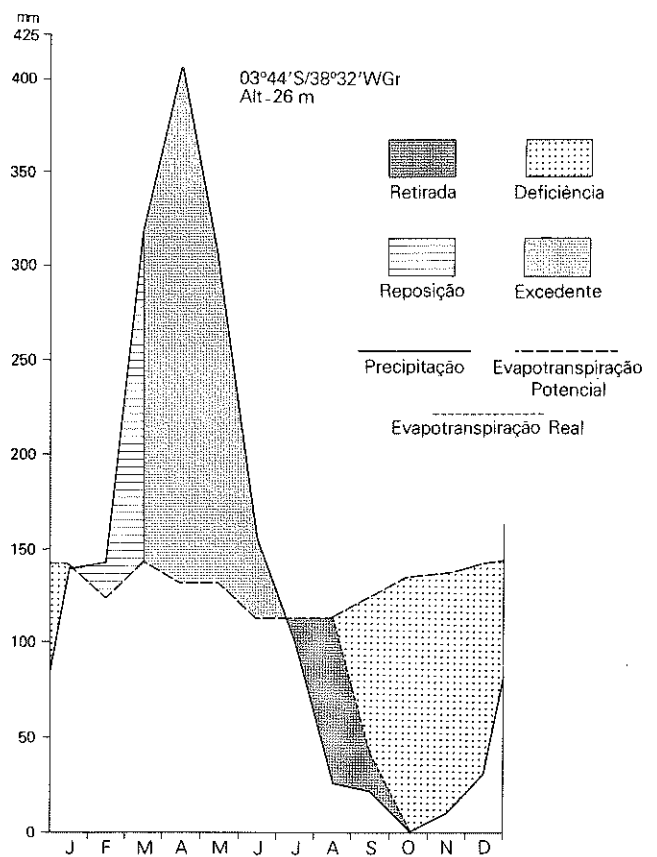


Fig. 5.52 - Fortaleza, CE. Balanço hídrico.

(Köppen, 1948). Assim sendo, a terminologia empregada na denominação dos climas regionais refere-se apenas às suas características hídricas.

Foram identificados quatro climas regionais e 34 variações mesoclimáticas, do mais seco ao mais úmido possível, segundo os parâmetros já citados. Este grande número de variações deve-se à elevada compartimentação dos fatores geográficos, que concorrem para criar espaços climáticos altamente diferenciados (Fig. 5.61).



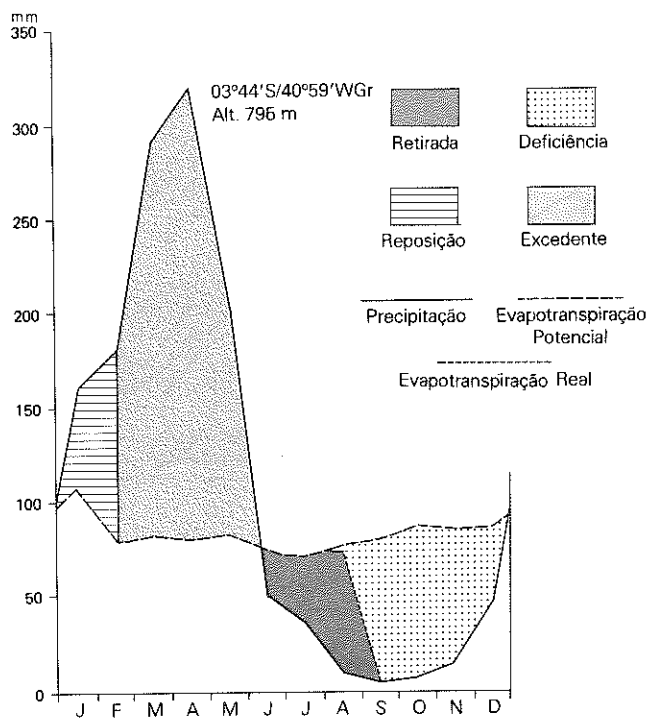


Fig. 5.53 - Tianguá, CE. Balanço hídrico.

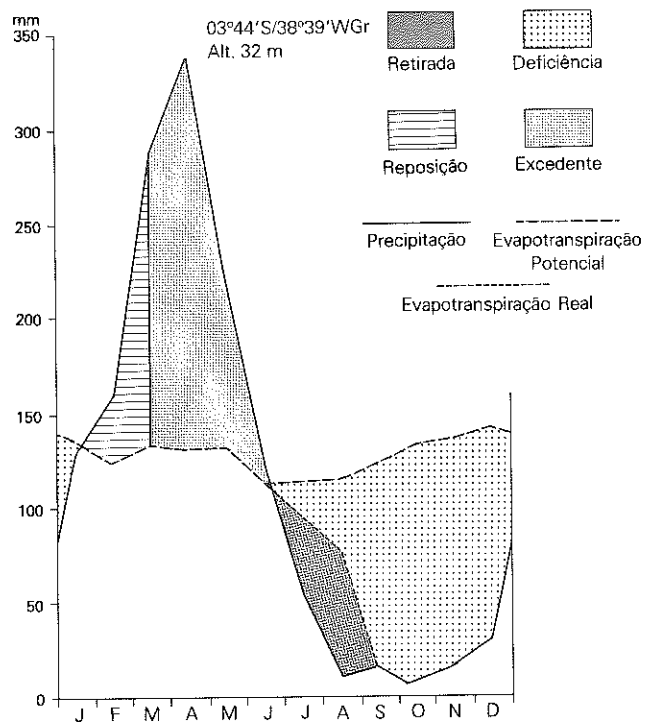


Fig. 5.54 - Caucaia, CE. Balanço hídrico.

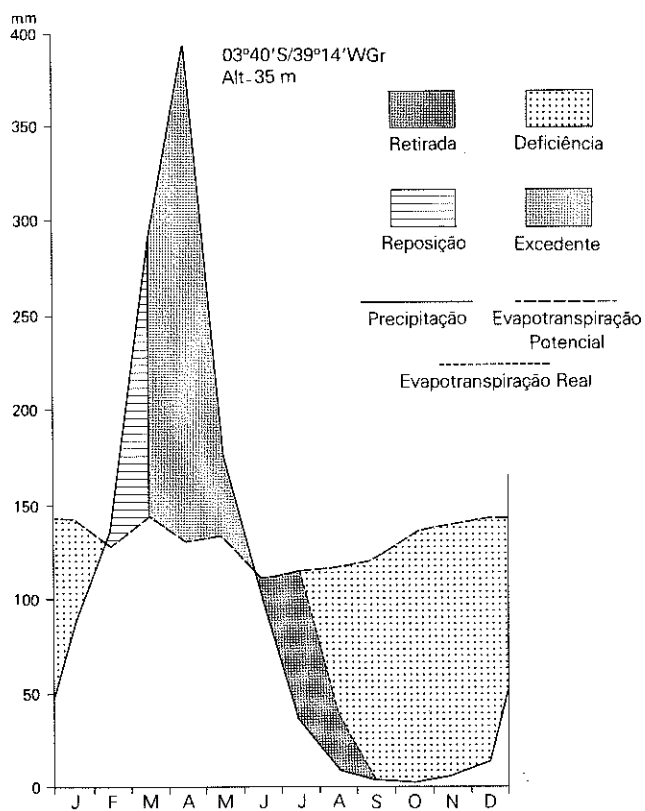


Fig. 5.55 - São Luís do Curu, CE. Balanço hídrico.

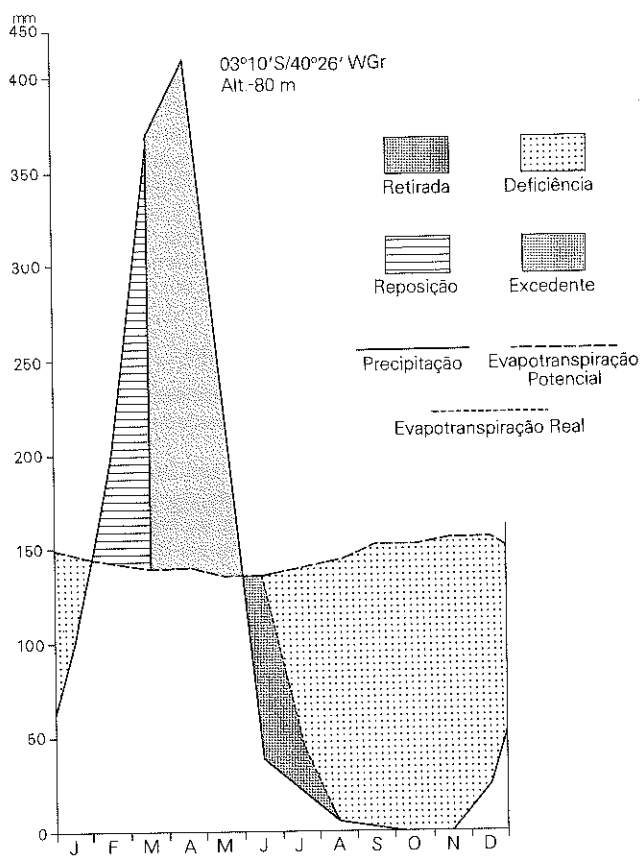


Fig. 5.56 - Açude Tucunduba, CE. Balanço hídrico.

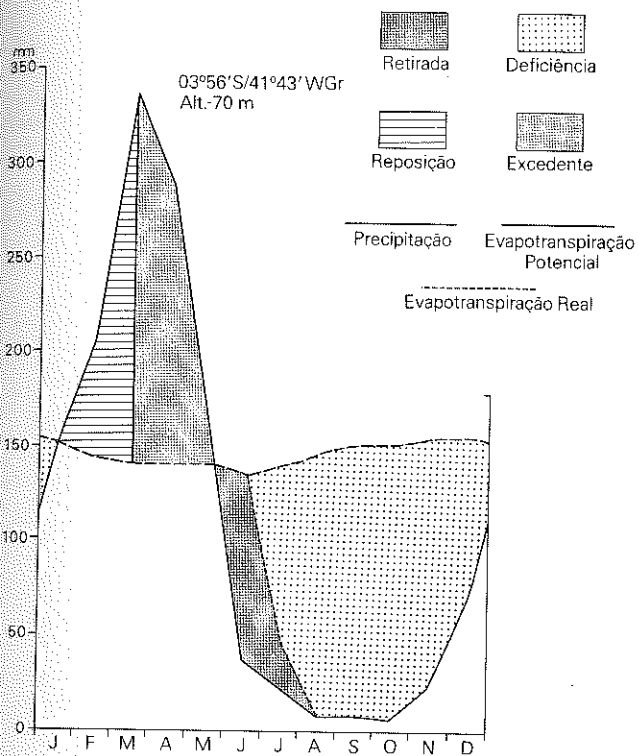


Fig. 5.57 - Piracuruca, PI. Balanço hídrico.

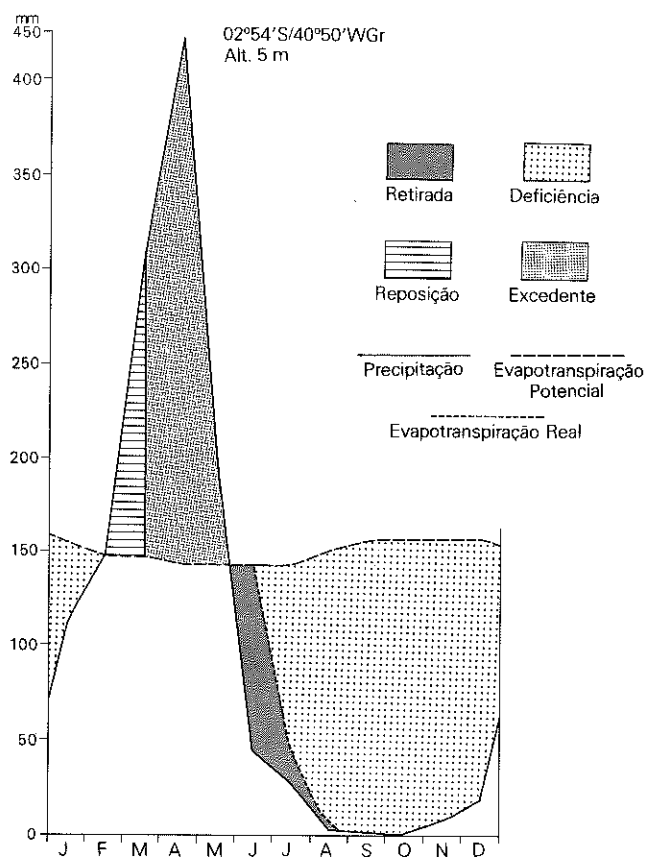


Fig.5.58 - Camocim, CE. Balanço hídrico.

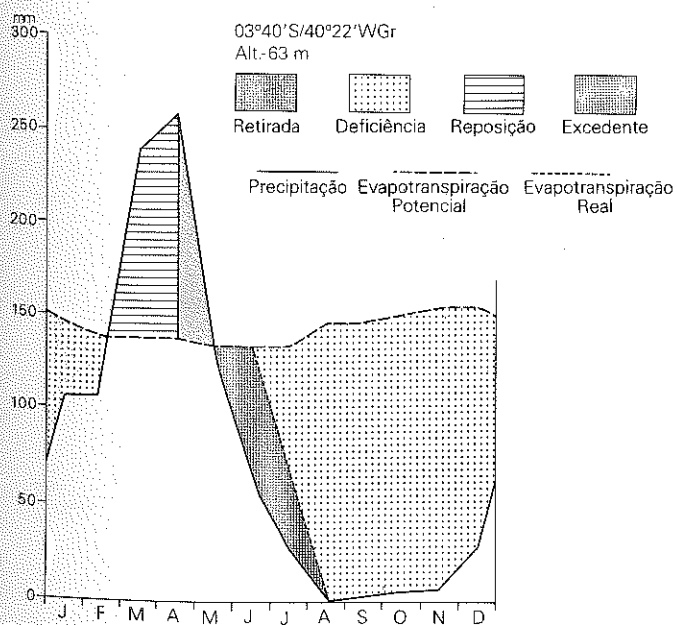


Fig. 5.59 - Açude Sobral, CE. Balanço hídrico.

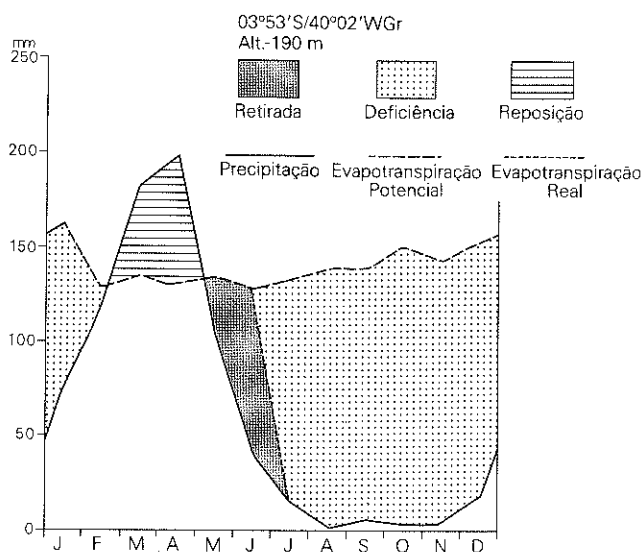


Fig. 5.60 - Aracatiçu, CE. Balanço hídrico.

TABELA 5. XLIV  
Parâmetros das variações mesoclimáticas no espaço climático regional

CLIMAS REGIONAIS	ÍNDICE DE UMIDADE	PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL (mm)	EXCEDENTE HÍDRICO ANUAL (mm)	NÚMEROS DE MESES COM DEF. HÍDRICA	DEFICIÊNCIA HÍDRICA ANUAL (mm)	TEMPERATURA (°C)		N.º DE ORDEM
						Média anual	Média do mês mais frio	
Semi-árido	(-20) - (-40)	< 800	< 100	8	> 800	26,5	26,0	01
	(-20) - (-40)	< 800	< 100	8	500-800	26,0	25,5	02
	(-20) - (-40)	800-1200	< 100	8	> 800	27,5	26,5	03
	(-20) - (-40)	800-1200	100-400	8	> 800	27,5	27,0	04
	(-20) - (-40)	800-1200	400-800	8	> 800	27,5	27,0	05
	(-20) - (-40)	1200-1500	100-400	8	500-800	26,5	26,0	06
	(-20) - (-40)	< 800	100-400	8	> 800	26,5	26,0	07
	0 - (-20)	800-1200	< 100	8	500-800	26,5	26,0	08
Subúmido a semi-árido	0 - (-20)	800-1200	100-400	7 e 8	> 800	27,5	27,0	09
	0 - (-20)	800-1200	100-400	7 e 8	500-800	26,0	25,0	10
	0 - (-20)	800-1200	100-400	7 e 8	200-500	24,0	23,0	11
	0 - (-20)	800-1200	400-800	7 e 8	> 800	28,0	27,0	12
	0 - (-20)	800-1200	400-800	7 e 8	500-800	27,5	27,0	13
	0 - (-20)	800-1200	400-800	7 e 8	> 800	27,5	26,5	14
	0 - (-20)	1200-1500	100-400	7 e 8	500-800	27,0	26,0	15
	0 - (-20)	1200-1500	100-400	7 e 8	> 800	27,0	26,0	16
	0 - (-20)	1200-1500	400-800	7 e 8	> 800	28,0	27,0	17
	20 - 0	1200-1500	400-800	7 e 8	500-800	26,0	25,0	17
Subúmido	20 - 0	800-1200	100-400	5 e 6	500-800	28,0	27,0	18
	20 - 0	800-1200	400-800	5 e 6	500-800	24,0	23,0	19
	20 - 0	800-1200	400-800	5 e 6	200-500	23,0	22,0	20
	20 - 0	1200-1500	100-400	5 e 6	500-800	26,5	25,5	21
	20 - 0	1200-1500	100-400	5 e 6	200-500	25,5	25,0	22
	20 - 0	1200-1500	400-800	5 e 6	500-800	26,0	25,0	23
	20 - 0	1200-1500	400-800	5 e 6	200-500	25,5	25,0	24
	20 - 0	1200-1500	400-800	5 e 6	500-800	26,5	25,5	25
	20 - 0	> 1500	400-800	5 e 6	200-500	25,5	24,5	26
	20 - 0	> 1500	400-800	5 e 6	200-500	24,0	22,0	27
Úmido a subúmido	60 - 20	> 1500	400-800	5	500-800	25,5	25,0	28
	60 - 20	> 1500	400-800	5	200-500	25,0	24,0	29
	60 - 20	> 1500	400-800	5	500-800	26,0	25,0	30
	60 - 20	> 1500	> 800	5	200-500	23,0	22,0	31
	60 - 20	> 1500	> 800	5	200-500	22,0	21,5	32
	120 - 60	> 1500	400-800	5	200-500	22,0	21,0	33
	120 - 60	> 1500	> 800	5	< 200	21,5	21,0	34
	120 - 60	> 1500	> 800	5	< 200	21,0	20,0	34
	120	> 1500	> 800	5	< 200	21,0	20,0	34

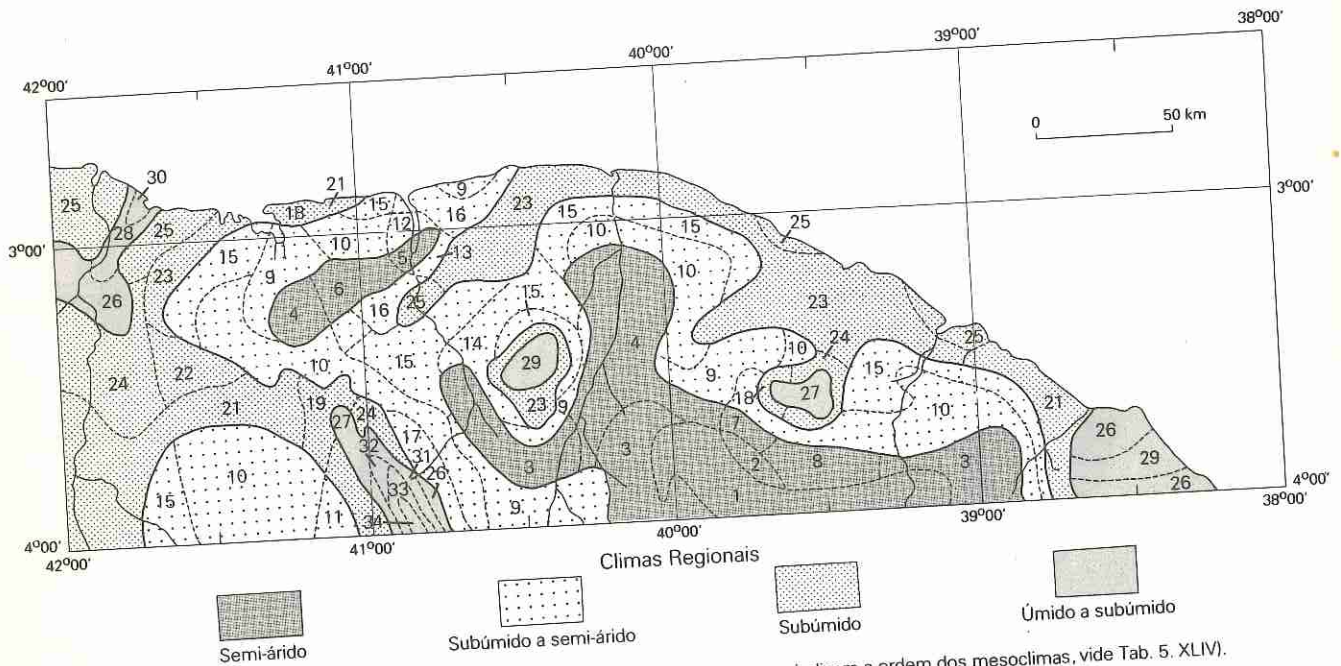


Fig. 5.61 - Variações mesoclimáticas no espaço climático regional (os números indicam a ordem dos mesoclimas, vide Tab. 5. XLIV).

O clima semi-árido (mesoclimas de 1 a 8) ocorre nas áreas do sertão, normalmente a sotavento dos maciços orográficos, com precipitações totais anuais sempre inferiores a 1.200 mm, elevada deficiência hídrica, durante mais de oito meses.

O clima subúmido a semi-árido ocorre a meio caminho entre o litoral e o sertão, no litoral de Camocim e a sotavento da Meruoca e da Ibiapaba (mesoclimas de 9 a 17). Com elevada deficiência hídrica durante sete a oito meses, está na transição dos climas secos para os úmidos, comportando índices de umidade positivos e negativos.

O clima subúmido ocorre em quase todo litoral, no sudoeste da Folha e nas meia-encostas dos maciços orográficos, com índice de umidade positivo (0 a 20) e moderada deficiência hídrica durante os cinco a seis meses por ano (mesoclimas 18 a 25).

O clima úmido a subúmido ocorre no litoral de Fortaleza, Baixo Parnaíba, Chapada da Ibiapaba, serra da Meruoca, serras da Urburetama, da Pacatuba e Maranguape, apresentando em geral temperaturas mais frescas, deficiências hídricas de moderada a baixa, durante menos de cinco meses do ano, em geral.

As precipitações anuais quase sempre acima de 1.500 mm fazem destas áreas as mais povoadas e de melhor produção agropecuária (mesoclimas 26 a 34).

#### 5.3.4 — BIBLIOGRAFIA

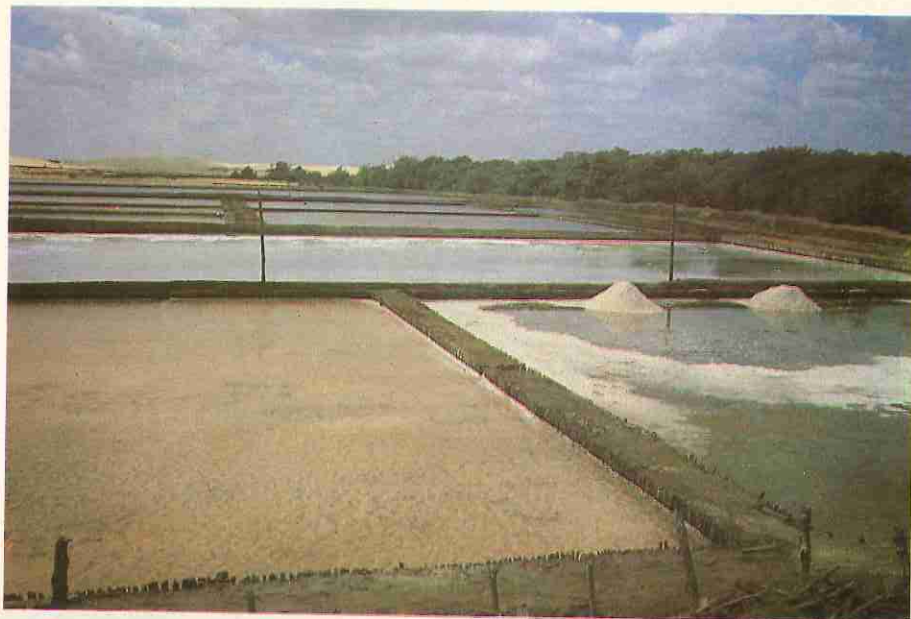
- 1 — KÖPPEN W. *Climatologia*, con un estudio de los climas de la tierra. Versión de Pedro R. Hendrichs. México, Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- 2 — RIBEIRO, A.G. & GONÇALVES, R. do N. *Balanço hídrico*. Salvador, Projeto RADAM-BRASIL, 1978. n.p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 15-UPT).
- 3 — THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. R.*, New York, 38(1): 55-94, Jan. 1948.
- 4 — THORNTHWAITE, C.W. et alii. Report of the committee on transpiration and evaporation, 1943-44. *Trans. Amer. Geophys. Union*, 5: 687, 1944.







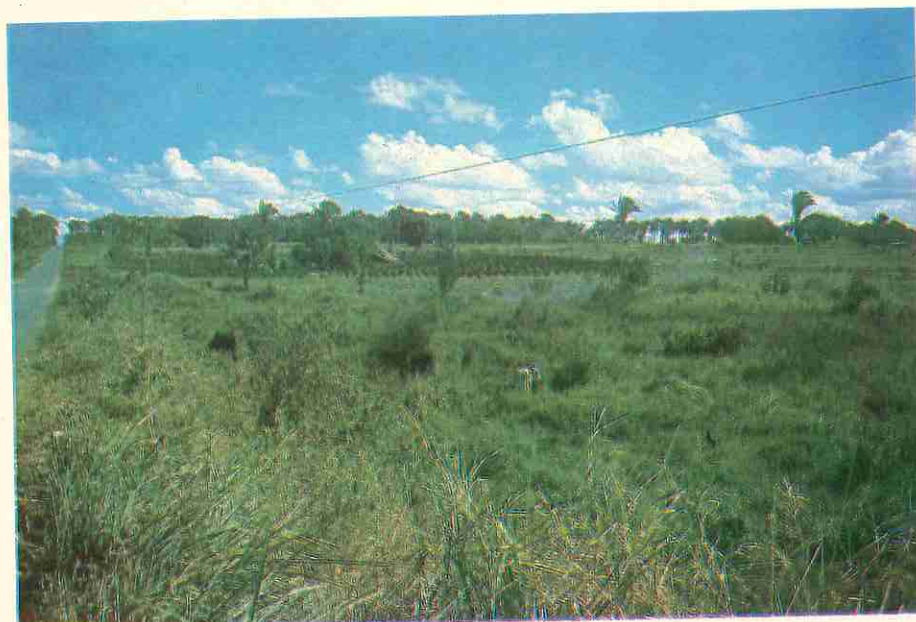
A — Área de Solonchak com um denso palmeiral, principalmente carnaúba, próximo à cidade de Parnaíba, a 4 km de Morro da Mariana. Área também eminentemente de pecuária, em terras da Unidade 217sd. Folha SA.24-Y-A. Setembro 1978.



B — Salinas com tanques de evaporação. Área do litoral maranhense, próximo à cidade de Luiz Correia.

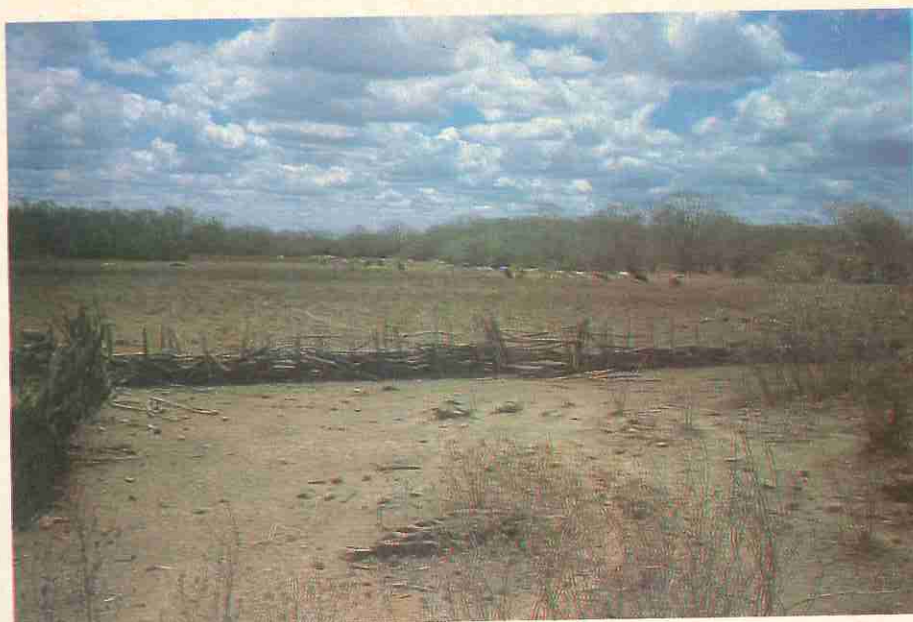


A — Area de Vertissolo característico da Unidade 223 de, a cerca de 8 km do rio Longá. Folha SA.24-Y.C. Setembro 1978.



B — Cultura de café na serra da Ibiapaba, entre Ibiapina e São Benedito, em terras da Unidade 223 cb, cujo índice agroclimático é 141, conseqüentemente a série é definida por excesso de umidade. Folha SA.24-Y-C. Setembro 1978.





A — Pecuária bovina entre Carire e Jaibaras onde se nota que o grau de apascentamento da pastagem é praticamente nulo, sobretudo nessa época do ano. Folha SA.24-Y-D. Setembro de 1978.

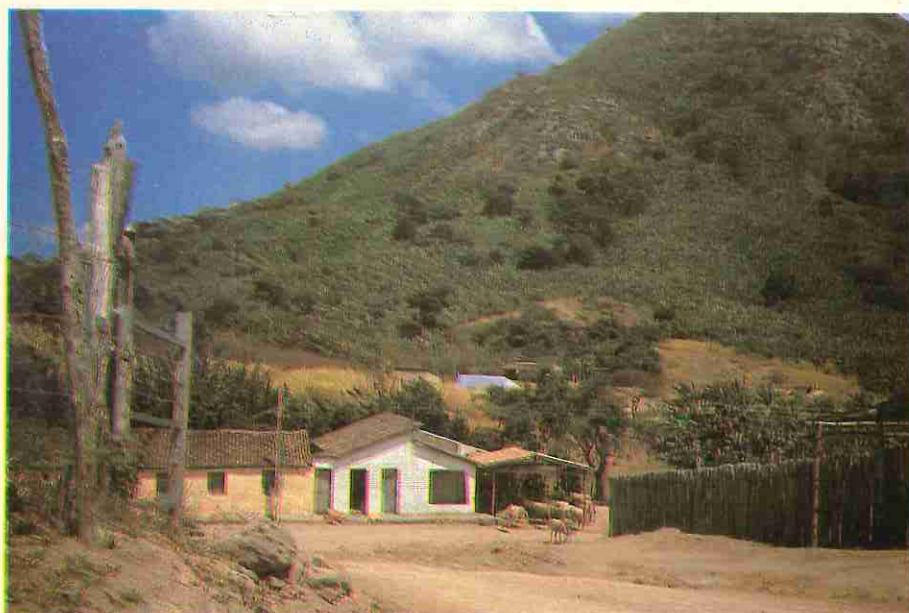


B — Pasto natural sob a Caatinga Arbustiva Aberta e Densa, na estrada Senador de Sá—Panacuí, em terras da Unidade 325<sup>eb</sup>. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.





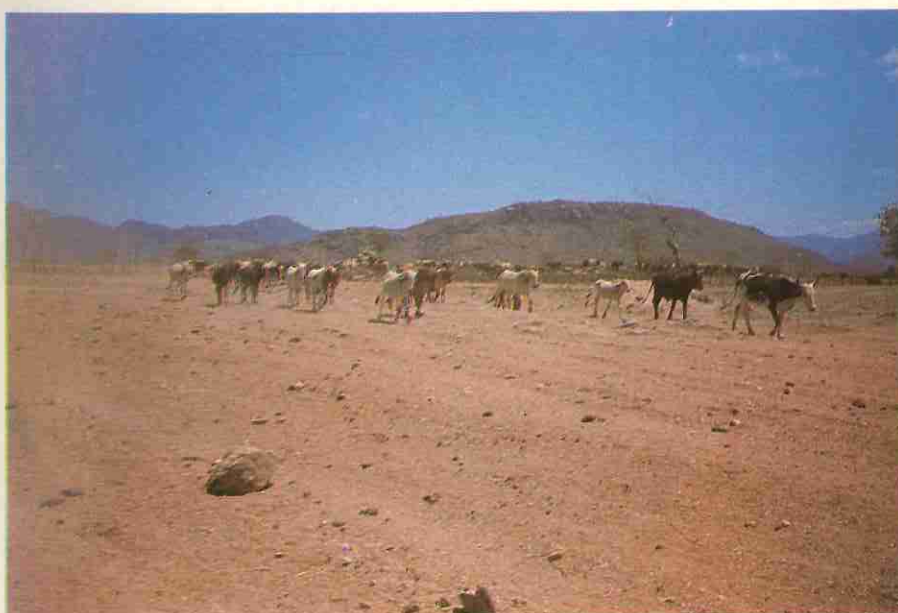
A — Cultura de algodão em terras da Unidade 322 pm, entre Groairas e Trapiá. Trecho caracterizado pela cotonicultura. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.



B — Cultura da banana na serra da Uruburetama onde o relevo é o fator mais restritivo, com declividades entre 55 e 70%. Unidade 263/cb. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.



A — Bananas colhidas e ensacadas, prontas para o transporte — serra da Uruburetama, próximo à localidade de Santa Luzia. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.



B — Plantel de mestiços zebuínos, em fazenda localizada ao sul da cidade de Irauçuba, em terras da Unidade 425/eb. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.





A — Cultura do feijão nas margens do rio Acarau, próximo a Santana do Acarau. Aproveitamento sazonal das referidas áreas. Unidade 312/de. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.



B — Cultura da cana-de-açúcar em área irrigada, no vale do rio Curu, em terras da Unidade 212 de. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.



A — Expressiva plantação de arroz irrigado, as margens do rio Longá e das lagoas ali existentes (terras da Unidade 215 eb). Folha SA.24-Y-C. Setembro 1978.



B — Cultura do feijão irrigado, no vale do Curu, em terras da Unidade 212 de. Folha SA.24-Y-D. Setembro 1978.



A base geográfica dos mapas que acompanham este volume foi organizada no Departamento de Cartografia — IBGE, utilizando folhas planimétricas, na escala 1:250.000, elaboradas, mediante interpretação de mosaicos semicontrolados de imagem de radar e trabalho de campo, realizados no período de maio a agosto de 1977, com apoio de mapeamentos topográficos da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, imagens de Landsat e fotografias aéreas, pelos técnicos da Divisão de Cartografia (RADAMBRA-SIL): Vânia Márcia Moreira Viana (Coordenadora), Antônio Cláudio Lima Ferreira da Silva, Antônio Lúcio Bentes da Fonseca, César Luís Soares Monteiro, Jaime Pitaluga Neto, Luzinaldo Manoel Rodrigues Viana, Maria Cristina Ruiz Arias Nunes, Neide Carreiro Malizia, Regina Maria Pereira Coutinho Guedes.

Diretor: Jaime Pitaluga Neto

Planejamento e controle da execução deste volume e dos mapas que o integram pelos técnicos da Divisão de Publicação (RADAMBRASIL):

Base geográfica e mapas temáticos na escala 1:1.000.000 — Lucia Maria Teixeira (Chefe da Seção de Mapas), Alberto Luiz de Azevedo Delou, Antonio Carlos Vieira Brazil, Francisco Nunes Ferreira, Leila Barbosa Safadi, Leonardo Castro Neves, Maria Fernanda Carvalho Velloso Mariath, Marília Gomes dos Santos, Rosângela Câmara de Araújo Braga, Sueli Sirena Caldeiron, Wilhelm Petter de Freire Bernard.

Serviços editoriais do volume — João Octávio Facundo Bezerra (Chefe da Seção de Relatórios), André Luiz Gomide, Antonio Carvalho da Silva, Barcímio Amaral, Carlos Alberto Passos Cabral, Inácio Dorado Rodrigues Filho, Iran Becker Reis e Silva, Jesus José da Costa, Luiz Roberto Lopes de Araújo, Manoel dos Reis Albuquerque Tenreiro, Onaldo Pedro Merísio, Paulo Tavares da Silva, Tereza Regina Piedras Lopes, Wilton de Almeida Tavares.

Diretor: Célio Lima de Macedo



# PROJETO RADAMBRASIL

## CORPO TÉCNICO

MAIO 1981

ASSESSORIA DE PLANEJAMENTO, COORDENAÇÃO E CONTROLE DA SUPERINTENDÊNCIA TÉCNICA E OPERACIONAL (ASPLA/SUTEC)

Engenheiro Cartógrafo Mauro Jorge Lomba Mirândola (Chefe); Engenheiro Agrônomo Mauro Sileno Saraiva Leão; Geólogo Anderson Caio Rodrigues Soares; Geógrafos: André Luis Lopes Rocha, Leni Machado d'Ávila.

### DIVISÃO DE GEOLOGIA (DIGEO)

SEDE — Geólogos: Jaime Franklin Vidal Araujo (Diretor), João Ítalo Ghignone (Assessor), Luís Fernando Galvão de Almeida (Assessor), Aduino Lima Santiago Filho, Adevanil de Santana Lamartin Montes, Alex Domingos Carneiro Pereira, Américo Gava, Dilermando Alves do Nascimento, Eduardo Ruy Cardoso Braz, Edvaldo Correa Bruni, Eldemar Albuquerque Menor, Elson Paiva de Oliveira, Emília Maria Almeida Cabral, Eneas Gois da Fonseca, Eugenio Antonio de Lima, Fernando Luiz Lobão de Oliveira, Frederico Tavares de Sá, Garrone Hugo Silva, José Henrique Mascarenhas Ribeiro, José Luiz Bautista Vidal (NUCLEBRÁS), José Maurício Rangel da Silva, Luciano Leite da Silva, Luiz Rodolfo Cornejo Ortiz, Manuel Lamartin Montes, Marcelo José Gonçalves Barros, Mario Ivan Cardoso de Lima, Nádia Maria Gravata Marques, Newton Monteiro, Paulo Edison Caldeira André Fernandes, Ricart Normandie Ribeiro Júnior, Roberval Matos Rocha, Ubirajara Ferreira do Carmo, Valdeci Araujo Reis, Valdir Francisco Veronese, Walter José Pereira Stamford.

BARJA — Bióloga Vera Maria da Fonseca Martins; Geólogos: Carmelita Maria Pithon Pereira Gatto, Cesar Antonio Schenini, Helga Emília Franke de Castro, Luiz Machado Filho, Murilo Wille Ribeiro, Sidney Ribeiro Gonzales; Naturalista Ana Maria de Rezende Herter.

BAGOI — Engenheiro de Minas Rikio Takahashi; Geólogos: Adalberto do Carmo Pinto, Adalberto Maia Barros, Afonso Celso Ianhez, Bernardo Cristovão Colombo da Cunha, Carlos Alberto Hubner Trindade, Caubi André Caldeira Fernandes, Daniel Silva da Luz, Donato Pereira de Oliveira, Helcio José Teixeira de Araujo, Igor Tarapanoff, Jaime Heitor Lisboa Pithan, Jeferson Oliveira Del'Arco, João Carlos de Arruda Pinto, João José de Souza Junior, Luiz Aurelio Torres Potiguar, Luiz Guilherme da Mota Pereira, Marcio Rivetti, Melchiano Albuquerque Simões, Oduvaldo Raimundo Fabiano Alho Cardoso, Pedro Edson Leal Bezerra, Pericles Prado, Peter Helf Hildred, Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão, Rui Celso de Barros Palmeira, Sidney Lima de Souza, Simão de Jesus Silva, Valter Alberto Drago.

BASCA — Geólogos: Roberto Silva Issler (Assessor), Adelino dos Santos Neto, Aurimar de Barros Nunes, Carlos de Wetterlé Bonow, Dagoberto de Almeida Marinho, Edgard Fernandes, Flavio Cordeiro de Oliveira, Francisco de Assis Freire, Gildo Fernando Fuck, Hilton Lenzi Moreira, João Batista Lins Coitinho, Joni de Lima Pires, José Antonio D'Ambrosio, Lauro Kuck, Lucia Ayala, Maria Luiza Osorio Moreira, Maria Paula Casagrande Marimon, Osorio Vivian, Paulo Roberto de Souza Freitas, Pedro Francisco Teixeira Kaul, Raimundo Oliver Brasil dos Santos, Regis Horta da Silva, Roberto Guterres Marimon, Ruben Horbach, Teotônio Duval de Castro Dourado.

### DIVISÃO DE GEOMORFOLOGIA (DIMOR)

SEDE — Geógrafos: Trento Natali Filho (Diretor), Teresa Cardoso da Silva (Assessora), Bernardo Thadeu de Almeida Nunes, Edla Augusta Valença Nou, Flanklin Alves Roso, Geraldo Cesar Vieira Costa Pinto, Iandara Alves Mendes, Ligia Maria de Melo Bezerra, Margarete Prates, Maria das Graças Corrêa da Fonseca Lima, Maria Iranice Passos Costa, Marli Dantas, Vera Lúcia de Souza Ramos.

BARJA — Geógrafos: Claudio Antonio de Mauro, Luiz Carlos Soares Gatto, Maria Hilde de Barros Góes.

BAGOI — Geógrafos: Diana Melo Del'Arco, Jurandyr Luciano Sanches Ross, Levi Makert dos Santos, Lindinalva Mamede Ventura, Maria Amélia Leite Soares do Nascimento, Maria do Socorro Moreira Franco, Rui Pinheiro, Silvia Maria Alvarenga.

BASCA — Geógrafos: Antonia Eloisa Brasil, Jarbas de Oliveira Justos, Maria Dolores Buss, Maria Lidia de Abreu Machado, Maria Lúcia de Paula Hermann, Regina Coeli Ribeiro da Costa, Rogério de Oliveira Rosa.

### DIVISÃO DE PEDOLOGIA (DIPED)

SEDE — Engenheiros Agrônomos: Ari Dêlcio Cavedon (Diretor), Alfredo Stange, Carlos Duval Bacelar Viana, Celso Gutemberg Souza, Glailson Barreto Silva, Joel Hamilton Gomes dos Santos, Luiz Carlos Krejci, Minoru Wake, Nelson Lara da Costa, Paulo Roberto Soares Corrêa; Geógrafa Ana Maria Menezes Santos; Geólogo Francisco Ferreira Fortunato.

BARJA — Engenheiros Agrônomos: Arnaldo Moniz Ribeiro da Costa, Jaime de Souza Pires Neves Filho, José Silva Rosatelli, Reynaldo Antonio Quintino, Ricardo Arias Nunes, Roberto Nandes Peres, Vilmar de Oliveira, Warley Pinto de Azevedo.

BAGOI — Engenheiros Agrônomos: Ademir Benedito de Oliveira, Alvaro Luiz Orioli, Antonio Gladstone Carvalho Fraga, Antonio José Wilman Rios, Antonio Santos Silva Novaes, Eduardo Leandro da Rosa Macedo, José Renato Souza Costa, Leonam Furtado Pereira de Souza, Paulo César Vieira, Roberto das Chagas Silva, Virlei Alvaro de Oliveira, Zebino Pacheco do Amaral Filho.

BASCA — Engenheiros Agrônomos: Carlos Alberto dos Santos, Dirceu Rioji Yamazaki, Isaias Oenning, Jaime Antonio Almeida, João Carlos Ker, José Augusto Laus Neto, José Marcos Moser, Sergio Hideiti Shimizu.

### DIVISÃO DE VEGETAÇÃO (DIVEG)

SEDE — Engenheiro Florestal Luiz Góes-Filho (Diretor); Engenheiros Agrônomos: Geraldo Carlos Pereira Pinto (Assessor), Alberto Coelho Sarmento; Engenheiros Florestais: Adonias Pereira de Araújo, Carlos Alberto Miranda, Edson de Faria Almeida, Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, Jorge Carlos Alves Lima, José Eduardo Mathias Brazão, Luiz Carlos de Oliveira Filho, Odilon Albino Salgado, Pedro Fernando Miranda Vailant, Roberto Paulo Orlandi, Salim Jordy Filho, Sérgio Barros da Silva, Walmor Nogueira da Fonseca; Geógrafos: Francisco Carlos Ferreira da Silva, José Santino de Assis, Lúcia Maria Cardoso Gonçalves; Naturalista Hortensia Pousada Bautista.

BARJA — Engenheiro Agrônomo Henrique Pimenta Veloso (Assessor); Bióloga Marli Pires Morim de Lima; Engenheiros Florestais: José Cláudio Cardoso Ururahy, José Enílcio Rocha Collares, Manoel Messias Santos, Rubens Antônio Alves Barreto; Naturalista Angela Maria Studart da Fonseca Vaz.

BAGOI — Biólogo Luiz Fernando do Amaral Pascoal Ribeiro; Engenheiro Agrônomo Dilson Lima Amaral; Engenheiros Florestais: Alfeu de Araújo Dias, Edison Mileski, Heliomar Magnago, João Paulo de Souza Lima, José Geraldo Guimarães, Luiz Alberto Dambrós, Petronio Pires Furtado, Rui Lopes de Loureiro, Shigeo Doi; Geógrafas: Benedicta Catharina Fonzar, Maria Terezinha Martins Silva.

BASCA — Naturalista Roberto Miguel Klein (Assessor); Biólogo Antonio Lourenço Rosa Rangel Filho; Engenheiro Agrônomo Mario Buede Teixeira; Engenheiros Florestais: Augusto Barbosa Coura Neto, José Maria Campos, Pedro Furtado Leite, Sandor Sohn, Ulisses Pastore; Geógrafo José Alberto Moreno.

### DIVISÃO DE USO POTENCIAL DA TERRA (DUPOT)

SEDE — Engenheiros Agrônomos: Mario Pestana de Araújo (Diretor), Eduardo Mendoza Torrico (Assessor), Maria da Conceição de



Fátima Charchar Frões, Valter Alencar Benevides Filho; Geógrafos: Angela Maria Resende Couto, Antonio Lúcio Bentes da Fonseca, Eliete Maria de Freitas, Eloisa Domingues Paiva, Elvira Nóbrega Pitaluga, Lorisa Maria Pinto Azevedo, Mario Luiz Pereira da Silva, Regina Francisca Pereira, Ronaldo do Nascimento Gonçalves, Tânia Regina Santos Ribeiro; Naturalista Terezinha Aldenora de Castro e Almeida Magalhães.

BARJA — Engenheiros Agrônomos: João Maurício Galha Tomasi, Mara de Andrade Marinho; Geógrafo Antonio Giacomini Ribeiro; Naturalista Sergio Pereira dos Santos.

BAGOI — Engenheiros Agrônomos: Acindino Vieira de Campos, Ademar Dirani, Eliane de Lima, Hugo Möller Roessing, José Alberto Celestino de Novais, José Maria Verdugo Sabugo; Geógrafos: Angela Antonieta Athanzio Laurino, Helenita Pires Carneiro, José Henrique Vilas Boas, Maria Luiza Minelli, Ricardo Moisés Leivas, Rosângela Maria Ribeiro de Araújo, Ruth Youko Tsukamoto, Vera Lúcia Aparecida do Nascimento Cunha.

BASCA — Engenheira Agrônoma Yara Maria Alves Chanin; Geógrafos: Ailton Antonio Baptista de Oliveira, Alcina do Rocio Medeiros Justus; Carlos Eugenio Mottana, Chimi Narita Nunes; Naturalista Nilza Silva Barbosa.

#### DIVISÃO DE CARTOGRAFIA (DICAR)

SEDE — Engenheiros Cartógrafos: Jaime Pitaluga Neto (Diretor), Carlos Alberto Lopes Ferreira, Gutemberg Bezerra Viana, Hildeberto Biserra Lins; Geógrafos: Antonio Cláudio Lima Ferreira da Silva, Ariowaldo Banhos Cabral, Edison Carvalho Nogueira, Jorge Sangali Ferreira, José Edvaldo de Sá Azevedo, Luzinaldo Manoel Rodrigues Viana, Neide Carreiro Malizia, Regina Maria Pereira Coutinho Guedes, Rosângela Ruas Vieira, Valmira Lisbôa Aragão, Vânia Márcia Moreira Viana.

BARJA — Engenheiros Cartógrafos: Carlos Peixoto Magalhães, Edison Pereira Ribeiro; Geógrafos: Maria Cristina Ruiz Arias Nunes, Ricardo Forin Lisbôa Braga.

BAGOI — Engenheiros Cartógrafos: Archimedes Viana, Luis Alberto dos Reis Gonçalves, Nhyro Gonçalves Laranja Filho, Victor Manoel da Matta; Geógrafos: Áurea Maria dos Santos, Bernadete Maria Braga Lobato.

BASCA — Engenheiros Cartógrafos: Célia Regina Fernandes Viana, César Luís Soares Monteiro, Luiz Antônio Paulino, Paulo Roberto Guimarães Leal, Ubiratan Ramos Pereira; Geógrafos: Antônio Idenir de Moraes, Carlos Amauri Soares, Francisco Aires Cardoso, Ricardo Wagner Ad-Víncula Veado, Vera Lúcia de Oliveira Corrêa.

#### DIVISÃO DE PUBLICAÇÃO (DIPUB)

BARJA — Geólogo Célio Lima de Macedo (Diretor); Engenheiros Cartógrafos: Alberto Luiz de Azevedo Delou, Antonio Carlos Vieira Brazil, Francisco Nunes Ferreira, Leonardo Castro Neves, Lucia Maria Teixeira, Marília Gomes dos Santos, Paulo Trezena Christino, Rosângela Câmara de Araújo Braga, Wilhelm Petter de Freire Bernard; Geógrafos: Leila Barbosa Safadi, Mara Magda Alcoforado de Sant'Anna, Maria Fernanda Carvalho Velloso Mariath, Sueli Sirena Caldeiron, Tereza Regina Piedras Lopes, Vilma Sirimarco Monteiro da Silva; Técnicos em Comunicação Social: André Luiz Gomide, Inácio Dorado Rodrigues Filho, Jesus José da Costa, João Octávio Facundo Bezerra, Luiz Roberto Lopes de Araújo, Manoel dos Reis

Albuquerque Tenreiro, Onaldo Pedro Merísio, Paulo Tavares da Silva, Wilton de Almeida Tavares.

#### DIVISÃO DE INFORMÁTICA (DINFO)

BARJA — Geógrafo Jorge Xavier da Silva (Diretor); Analistas de Sistema: José Maurício Rodriguez y Rodriguez, Marilza Bruno de Carvalho, Romel Reis dos Santos; Engenheiro Cartógrafo Wagner Sabino Pavão; Geógrafos: Elizabeth Pereira Quintella, Fátima Fernandes de Carvalho, Hélio Ribeiro dos Santos, Maria Inês Barbosa de Castro, Mauro Luiz Salinas do Rosário, Paula Terezina Tudesco Macedo de Oliveira.

SEDE — Bibliotecárias: Maria Ivany Cardoso de Lima, Carmelidia Curvelo da Conceição, Nanci Ribeiro Correia Santos.

#### ARQUIVO TÉCNICO (ARTEC)

BARJA — Bibliotecárias: Sonia Regina Allevalo, Daisy Lerner, Maria de Nazaré Ferreira Pingarilho; Engenheiro Cartógrafo Raul Velloso Mariath.

BAGOI — Bibliotecárias: Heloisa Maria Martins Meira Roessing, Ivone Santos Marambaia.

BASCA — Bibliotecárias: Maria Virginia Fischel, Liana Scheidmantel Soares.

#### DIVISÃO DE OPERAÇÕES (DIOPE)

Joaquim Eduardo Wiltgen Barbosa (Diretor)

#### ASSESSORIA DE PLANEJAMENTO, COORDENAÇÃO E CONTROLE DA SUPERINTENDÊNCIA ADMINISTRATIVA (ASPLA/SUPAD)

José Augusto Celestino Oliveira (Chefe)

#### DIVISÃO DE CONTABILIDADE E FINANÇAS (DICOF)

Humberto de Oliveira Vasconcelos (Diretor)

#### DIVISÃO DE ADMINISTRAÇÃO (DIVAD)

Coaraci Paulo Teixeira Ott (Diretor)

#### BASE DE APOIO DO RIO DE JANEIRO (BARJA), RJ

Nielsen Barroso Seixas (Chefe)

#### BASE DE APOIO DE GOIÂNIA (BAGOI), GO

João Baptista de Magalhães (Chefe)

#### BASE DE APOIO DE FLORIANÓPOLIS (BASCA), SC

Oniro Augusto Mônaco (Chefe)

#### ESCRITÓRIO DE APOIO DE NATAL, RN

Fernando Sergio Benevenuto (Responsável); Bibliotecária Carmem Marinho Almeida; Engenheiro Agrônomo Manoel Faustino Neto; Geógrafos: Elizeu Canuto Bezerra, Lilian de Aguiar Contente, Rita de Cássia Moreira; Geólogo Ronaldo Aurélio da Fonseca (CDM/RN).

#### RADAMBRASIL/INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA USP

Geólogos: Colombo Celso Gaeta Tassinari, Osvaldo Siga Jr., Wilson Teixeira.





**FOLHA SA.24  
FORTALEZA**