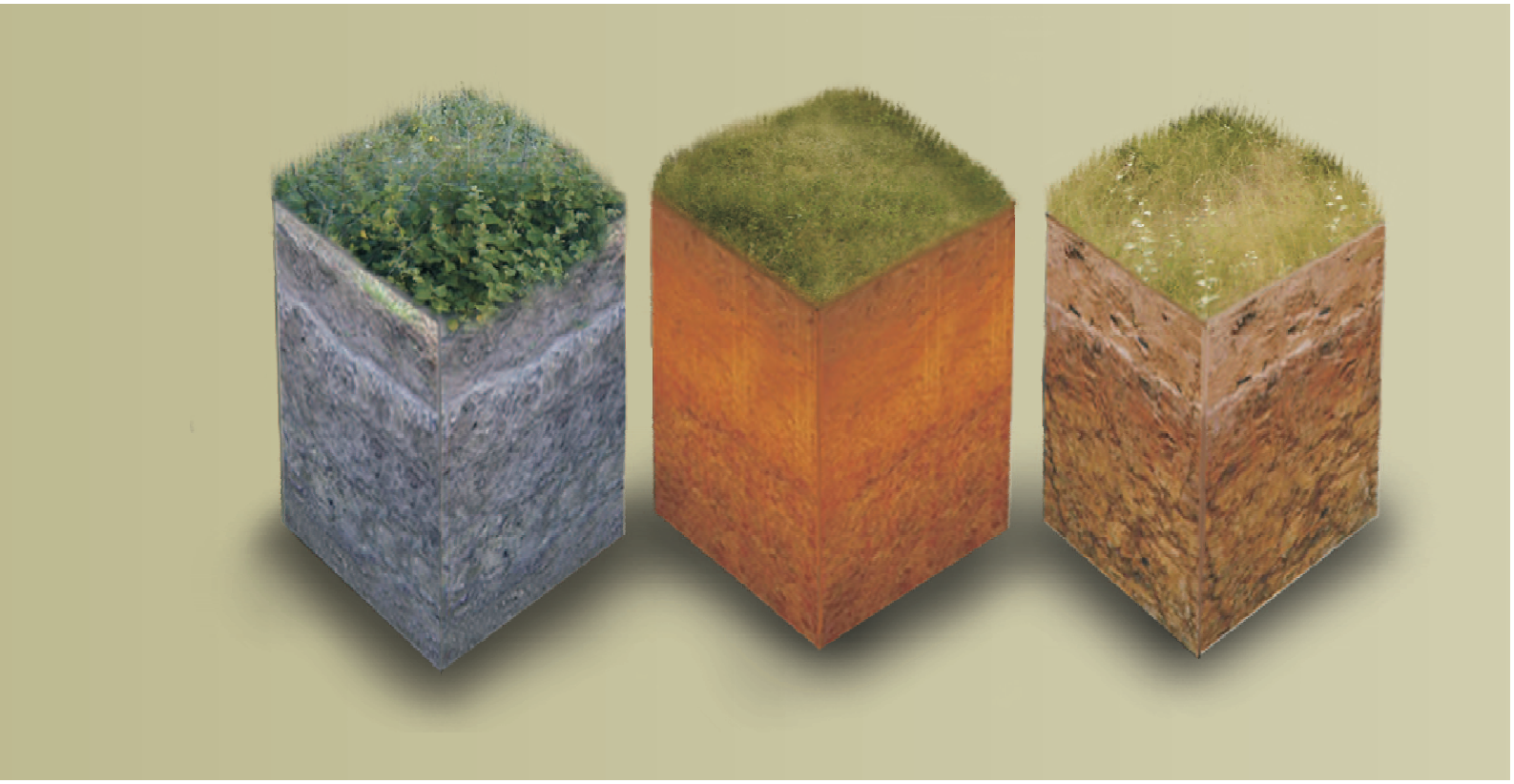
Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 134
ISSN 1678-0892
Dezembro, 2008

Caracterização Morfológica e Física de Solos Adensados dos Tabuleiros Sertanejos do Estado de Pernambuco



Embrapa
Solos

ISSN 1678-0892
Dezembro, 2008

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pequisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 134

Caracterização Morfológica e Física de Solos Adensados dos Tabuleiros Sertanejos do Estado de Pernambuco

Maria Sonia Lopes da Silva
Egon Klamt
José Barbosa dos Anjos
Tony Jarbas Ferreira Cunha
Manoel Batista de Oliveira Neto
José Carlos Pereira dos Santos
Roberto da Boa Viagem Parahyba

Rio de Janeiro, RJ
2008

Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Aluísio Granato de Andrade
Secretário-Executivo: Antônio Ramalho Filho
Membros: Marcelo Machado de Moraes, Jacqueline S. Rezende Mattos, Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio F. da Motta, Vinícius de Melo Benites, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin, Pedro Luiz de Freitas, Waldir de Carvalho Júnior.

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*
Revisor de Português: *André Luiz da Silva Lopes*
Normalização bibliográfica: *Ricardo Arcanjo de Lima*
Editoração eletrônica: *Rodrigo Lima Solis*

1ª edição
1ª impressão (2008): online

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

S586c Silva, Maria Sonia Lopes da.

Caracterização morfológica e física de solos adensados dos tabuleiros sertanejos do estado de Pernambuco / Maria Sonia Lopes da Silva ... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2008.

25 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 134).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: < http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.
Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2008).

1. Adensamento de solos. 2. Plintização. 3. Semiárido. I. Klamt, Egon. II. Anjos, José Barbosa dos. III. Cunha, Tony Jarbas Ferreira. IV. Oliveira Neto, Manoel Batista de. V. Santos, José Carlos Pereira dos. VI. Parahyba, Roberto da Boa Viagem. VII. Título. VIII. Série.

CDD (21.ed.) 631.4

© Embrapa 2008

Sumário

Resumo **5**
Abstract **7**
1. Introdução **9**
2. Material e métodos **10**
3. Resultados e discussão **12**
4. Conclusões **23**
5. Referências bibliográficas **23**

Caracterização Morfológica e Física de Solos Adensados dos Tabuleiros Sertanejos do Estado de Pernambuco*

Maria Sonia Lopes da Silva[1]
Egon Klamt[2]
José Barbosa dos Anjos[3]
Tony Jarbas Ferreira Cunha[3]
Manoel Batista de Oliveira Neto[1]
José Carlos Pereira dos Santos[1]
Roberto da Boa Viagem Parahyba[1]

Resumo

Este estudo teve como objetivo a caracterização morfológica e física de solos com horizontes subsuperficiais adensados, visando identificar e diagnosticar os possíveis processos envolvidos na formação destes horizontes. Foram selecionados três perfis de solos representativos, ao longo de uma topossequência, localizados nos tabuleiros sertanejos, município de Petrolina, Zona Semi-Árida do Estado de Pernambuco. Os solos foram caracterizados morfologicamente e, nas amostras coletadas por horizonte, foi efetuada a caracterização física. A homogeneidade das características morfológicas e físicas indica que os três perfis estudados são derivados do mesmo material de origem, provenientes da intensa mistura tanto dos sedimentos que caracterizam a grande área pedimentar da região quanto de alguns produtos

---

*Parte da Tese de Doutorado em Ciência do Solo do primeiro autor. Trabalho apresentado na XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, em Aracajú,SE.

[1]Pesquisadora(o) da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402. Boa Viagem. Recife-PE, 51020-240. sonia@uep.cnps.embrapa.br; parahyba@cnps.embrapa.br; neto@uep.cnps.embrapa.br; zeca@uep.cnps.embrapa.br

[2] Professor UFRGS, bolsista do CNPq. klamt@terra.com.br

[3] Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, Petrolina-PE, 56302-970. jbanjos@cpatsa.embrapa.br; tony@cpatsa.embrapa.br

do embasamento cristalino subjacente. O adensamento subsuperficial deve-se a processos pedogenéticos como eluviação/iluviação de argila, que atua reduzindo a porosidade; bem como por processos de plintitização e dispersão de argila, influenciados por ciclos alternados de umedecimento e secagem.

Palavras-chave: semiárido, adensamento de solos, eluviação/iluviação, dispersão de argila, plintitização.

Morphological and Physical Characterization of Hardsetting in soils of the low plateaus of the Pernambuco State

Abstract

Morphological and physical characterization of soils with hardsetting subsurface horizons, were performed to identify and diagnose the possible processes involved in the formation of these horizons. Three representative soil profiles were chosen along a toposequense, located in the low plateaus of Petrolina, semi-arid zone of Pernambuco State. The soils were morphologically described and the physical characterization was performed in the samples collected by horizon. The homogeneity of the morphological and physical characteristics indicate that the three studied profiles are derive from the same parent material, originated from the intense admixture of sediments which originated the large pedimentar area of the region with products of the subjacent crystalline basement. Pedogenetic processes like eluviation/iluviation of clay which acts as pore sealing, as well as plinthithization processes and clay dispersion, influenced by alternate cycles of wetting and drying, originate the subsuperficial hardsetting.

Key words: semi-arid, soils hardsetting, eluviation/iluviation, clay dispersion, plinthithization.

1. Introdução

A região Nordeste do Brasil possui uma extensão territorial de 1.660 milhões de km^2, o que representa 20% do território nacional. Aproximadamente 60% dessa região corresponde à zona semiárida, abrangendo o tipo climático semiárido atenuado (zona do agreste) e o semiárido acentuado (sertão) (SUDENE, 1997; BURGOS; CAVALCANTI, 1990).

Na zona do semiárido acentuado, destacam-se superfícies geomorfológicas tabulares conhecidas como tabuleiros sertanejos ou tabuleiros interioranos, que constituem uma unidade geoambiental com potencial agrícola sustentável, especialmente com irrigação. São superfícies aplanadas relacionadas com recobrimento de material sedimentar argiloarenoso do Terciário/Quaternário sobre rochas gnáissicas do Pré-Cambriano (BURGOS; CAVALCANTI, 1990; JACOMINE et al., 1973).

Os levantamentos pedológicos efetuados nos tabuleiros sertanejos do Estado de Pernambuco mostram uma grande ocorrência de solos, especialmente Argissolos, com adensamento a partir do topo do horizonte B. Esse adensamento, que pode ser derivado de processos sedimentológicos e/ou pedogenéticos, é indicado pelo aumento na densidade do solo, o que pode acarretar restrições físicas à penetração de raízes e na infiltração d'água, aumentando a erosão e, consequentemente, concorrendo para diminuição da produtividade agrícola.

No Brasil, têm sido detectados problemas de adensamento em diversos pontos do país (JACOMINE, 1974; MALTONI, 1994; OLIVEIRA, 1994; GOMES, 1996; MONIZ, 1996; VIDAL-TORRADO et al.,1999). No Nordeste Brasileiro é marcante a presença de horizontes adensados em solos dos Tabuleiros Costeiros e Sertanejos. Enquanto nos Tabuleiros Costeiros, diversos estudos sobre caracterização, gênese, evolução e degradação desses horizontes foram levados a efeito (OLIVEIRA; MELO, 1971; JACOMINE et al., 1972; FONSECA, 1986; SILVA; RIBEIRO, 1992; SILVA; RIBEIRO, 1997); nos Tabuleiros Sertanejos são raros os trabalhos direcionados ao entendimento dos processos de formação de tais horizontes.

Num estudo de perfil de solo, a descrição morfológica fornece a primeira indicação da presença de camadas adensadas através das manifestações de cor, textura, estrutura, porosidade e consistência (SILVA, 2000).

De acordo com Freitag (1971), a alteração de certas características físicas ao longo do perfil do solo podem indicar a presença de camadas adensadas em virtude do arranjamento ou agrupamento cerrado de suas partículas. Para ele, os principais atributos são: 1. Porosidade, que reflete o espaço ocupado pelos poros relativamente ao ocupado pelas partículas de solo; 2. Distribuição do tamanho dos poros, que expressa a efetiva distribuição do espaço poroso; e 3. Estrutura do solo, que reflete a relativa o arranjo das partículas do solo em associação ao espaço poroso.

O presente estudo teve como objetivo a caracterização morfológica e física de solos com horizontes subsuperficiais adensados, visando melhor entendimento sobre os processos envolvidos na sua gênese, podendo, dessa forma, nortear técnicas de uso mais adequadas para manejar estes solos.

2. Material e métodos

O estudo foi conduzido em solos da Estação Experimental de Manejo da Caatinga, da Embrapa Semiárido e do Campo de Produção de Sementes Básicas, da Embrapa Negócios Tecnológicos, localizados nos Tabuleiros Sertanejos, município de Petrolina, Zona Semiárida do Estado de Pernambuco (Figura 1).

Com base em levantamento pedológico detalhado efetuado na Embrapa Semiárido (BURGOS; CAVALCANTI, 1988), foram selecionados três perfis de solo distribuídos numa sequência topográfica (Figura 2). Os perfis 1 e 2 foram classificados como Argissolos Amarelos, e o perfil 3 como Planossolo Nátrico (EMBRAPA, 2006).

Em cada local selecionado, foi aberta uma trincheira, na qual se procedeu a descrição morfológica do solo e coleta de amostras deformadas dos horizontes, obedecendo às normas e critérios adotados por pela Embrapa

(1988, 1989) e por Santos et al. (2005). As seguintes características morfológicas foram avaliadas: tipo e espessura dos horizontes, cor, textura, estrutura, porosidade, consistência e transição.

Foram também coletadas amostras indeformadas em anéis volumétricos, para determinação da densidade de solo, microporosidade, capacidade de campo e ponto de murcha permanente.

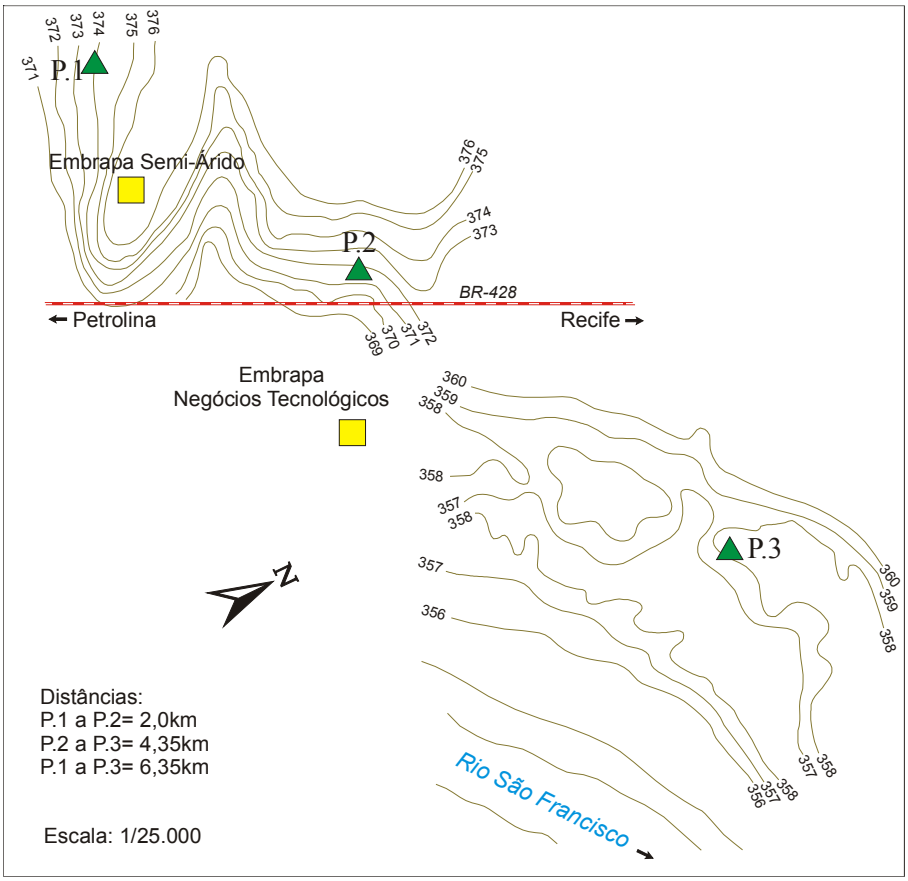


Figura 1 - Localização da área estudada, em Petrolina - PE.

Na caracterização física, adotou-se metodologia proposta no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1997). A densidade das partículas determinada através do balão volumétrico de 50 ml, utilizando 20 g de TFSE e água como fluido para determinação do volume ocupado pelas partículas. Para determinação da densidade do solo, adotou-se o método do anel volumétrico. A porosidade total foi calculada a partir dos valores de densidade do solo e da partícula, segundo a fórmula: P = (Dp – Ds) x 100/Dp; microporosidade através do método do funil de Buchner; a macroposidade, calculada pela diferença entre porosidade total e microporosidade (macroporosidade = Pt – microporosidade); umidade a - 0,034 Mpa (Capacidade de Campo), e umidade a - 1,52 Mpa (Ponto de Murcha Permanente), determinadas utilizando-se "panela de pressão" com placa porosa, segundo Richards (1954); água disponível, expressa em g kg^{-1}, calculada pela diferença entre as umidades na capacidade de campo e ponto de murcha permanente; lâmina de água acumulada, calculada pelo produto da água disponível em cm^3 cm^{-3} (= água disponível em g kg^{-1} x densidade do solo) x espessura do horizonte; composição granulométrica: através do hidrômetro de Bouyoucos, usando hidróxido de sódio como dispersante; argila dispersa em água: método similar a composição granulométrica, porém utilizando-se apenas água destilada ao invés do dispersante grau de floculação calculado a partir da fórmula GF= (Arg. Total - Arg. Natural/Arg. Total) x 100.

3. Resultados e discussão

Caracterização morfológica

Os solos estudados são profundos, com espessura de horizontes variável. A profundidade do solum (horizonte A + B), entretanto, varia de acordo com o posicionamento do solo na paisagem, sendo o P3, o perfil da baixada, o mais profundo (165 cm+) por estar situado numa zona de maior acumulação. Os perfis P1 e P2 mostram a partir dos 150 cm exposição de material rochoso semi-intemperizado (horizontes C/R e Cr). Estes dois perfis apresentam, além disso, uma linha de calhaus e cascalho a mais ou menos a 80 -100 cm de profundidade (Tabela 1), o que pode significar a ocorrência de ciclos distintos

de transporte e sedimentação, caracterizados por energias de transportes diferentes e/ou transporte simultâneo, mas com sedimentação diferencial das frações grosseiras.

Os perfis P1 e P2 apresentam sequência de horizontes (Tabela 1) A, AB, Bt, Btf e C, com subdivisões no Bt, Btf. Os horizontes Btf denotam a presença marcante de plintita.

O perfil P3 apresenta horizontes A1, E e Btnz, conferindo este último carateres sódico e sálico. O horizonte E constitui horizonte eluvial, que, na área de estudo, não satisfaz os requisitos de espessura, croma e valor para álbico (EMBRAPA, 2006). O horizonte E precede o horizonte B plânico, apresenta cor clara quando seco e transição abrupta para o B. Os horizontes superficiais apresentam-se macios ligeiramente duros a duros (P2) e muito friáveis, não plásticos e ligeiramente pegajosos/não pegajosos, passando nos horizontes subsuperficiais a duro/muito duro ou extremamente duro (P3), friável/firme a muito firme, plásticos e pegajosos (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização morfológica dos perfis estudados.

Horizonte	Espessura (cm)	Cor Úmida [1/] Munsell	Textura [2/]	Estrutura [3/]	Consistência [4/]		
					Seca	Úmida	Molhada
Perfil 1 – Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)							
A	0 –15	7,5YR 4/4	fr. ar.	grs. sm. & fr. pq. gr. bl . sub.	d.	mfr.	npl. npeg.
AB	15 – 32	7,5YR 4/4	fr. ar.	Fr .md. pq. m. bl. sub	d. md.	fr.	lig. pl. 1g.peg
Bt 1	32 – 60	7,5YR 5/5, mq.p.pq.d. 2,5YR 3/6	fr.arg.ar.casc.	fr. md. M. bl. sub.	md.	fr . fm.	pl. peg.
Bt 2	60 – 82	7,5YR 5/6, mq.c.m.d. 2,5YR 3/6	arg. ar. casc.	fr. md. M. bl. sub.	md.	Mfm.	pl. peg.
Btf 1	82 – 130	7,5YR 5/6, mq.gr.ab.pr. 10YR 3/6 & 2,5YR 4/4	arg. mcas.	fr. pq. m. bl. sub.	md.	Fm.	-
Btf 2	130 – 150	10YR 5/6, mq.gr.ab.pr. 7,5YR 5/6 & 2,5YR 3/6	arg. ar. mcas.	fr. m. bl. sub.	md.	fr.	-
C/R	150 – 200+	micaxisto semi -intemperizado	arg.mcas	-	-	-	-
Perfil 2 – Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)							
A	0 – 18	10YR 4/3	areia franc.	fr. pq. m. bl. sub.	m.	m. fr.	npl. lig. peg.
AB	18 – 28	10YR 4/5	fr. ar.	fr. pq. m. bl. sub.	d.	Fr.	lig. pl. lig. peg.
Bt 1	28 - 45	10YR 4,5/6	fr. ar.	fr. pq. m. bl. sub.	d.	Fr	lig. pl. lig. peg.
Bt 2	45 - 65	10YR 4,5/6, mq.p.pq.m.pr. 2,5YR 4/6	fr. arg. ar. casc.	fr. pq. m. bl. sub.	d.	Fr.	pl. peg.
Btf	65 – 105	10YR 4,5/6, mq.ab.pq.m.pr. 2,5YR 4/6	fr. arg. casc.	md. pq. m. bl. ang.	d.	fr. fm.	pl. peg.
Bt 3	105 - 120	10YR 4/6, mq.c.pq.m.dif. 10YR 4/3	fr. arg. mcas	md. m. bl. ang.	md.	Fm.	pl. peg.
Bt 4	120 - 150	10YR 4,5/6, mq.ab.m.pr. 10YR 6/1	arg. mcas	md. m. bl. ang.	md.	Fm.	mpl. mpeg.
Cr	150 – 170+	micaxisto semi -intemperizado	arg. mcas	-	-	-	-
Perfil 3 – Planossolo Nátrico (SNz)							
A	0 – 18	10YR 4/3	areia franc.	fr. pq. m. bl. sub. & grs. sm.	lig.d.	mfr.	npl. npeg.
E	18 - 32	9YR 4/4	fr. ar.	fr. pq. m. bl. sub.	lig.d.	mfr.	npl. npeg.
Btnz 1	32 - 53	10YR 4/5, mq.ab.m.d. 5YR 4/6	fr. arg. ar.	fr. gr. mtg. c. & fr. md. m. bl. ang	md.extd.	mfr.	pl. peg.
Btnz 2	53 - 80	10YR 5/6, mq.p.pq.m.d. 10YR 6/2	fr. arg. ar.	fr. gr. mtg. c. & fr. m. bl. ang	extd.	mfr.	pl. peg.
Btnz 3	80 – 150	10YR 7/2, mq.ab.m.pr. 10YR 5/6	fr. arg. ar.	fr. gr. mtg. c. & md. m. gr. bl. ang.	extd.	mfr.	pl. peg.
Cn	150 – 165+	10YR 5/6, mq.ab.m.pr. 10YR 7/2 & mq.c.pq.m.pr. 5YR 4/5	fr. arg. ar.	fr. gr. mtg. c. & fr. m. gr. bl. ang .	extd.	mfr.	pl. peg.

[1/] mq.- mosqueado; ab.- abundante; m.- médio; d- distinto; pr.- proeminente, pq.- pequeno; c.- comum; p.- pouco; md.- moderado; gr.- grande; dif.- difuso.

[2/] fr. franco; arg. argila; ar – arenoso; mcas – muito cascalhento; cas – cascalho; franc.-franca

[3/] fr.- fraca; pq.- pequena; m.- média; bl.- blocos; sub.- subangulares; grs.- grãos; sm.- simples; gr.- grande; mtg.- muito grande; c.- colunar; ang.- angulares; ft.- forte; md.- moderada; mtd.- muito duro.

[4/] lig.- ligeiramente; d.- duro; mfr.- muito friável; md.- muito duro; extd.- extremamente duro; fm. – firme; mfm. – muito firme; npl.- não plástico; npeg.- não pegajoso; pl. plástico; peg.- pegajoso; m – macio.

Características físicas

A composição das frações grosseiras (>2,00 mm), mostradas na Tabela 2, indica, a partir dos horizontes Bt dos perfis P1 e P2, a presença de calhaus e cascalhos arestados ou não, em sua maioria constituído de quartzo. Essa distribuição, que apresenta percentuais médios de 1 a 9% de calhaus e 12 a 38% de cascalhos nos horizontes subsuperficiais, indica a deposição de material transportado sobre o embasamento cristalino.

Tabela 2 - Distribuição granulométrica, relação silte/argila e classe textural dos três perfis estudados (média de três repetições).

Horizonte		Fração Grosseira			Composição granulométrica			Relação silte/argila	Porosidade	
Símbolo	Profundidade	calh.[1/]	casc.[2/]	TFSA[3/]	Areia	Silte	argila		Macro	Micro
	cm	——————g kg^{-1}——————							——m^3 m^{-3}——	
Perfil 1 - Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)										
A	0 - 15	0	80	920	715	164	121	1,35	0,35	0,09
AB	15 - 32	0	30	970	765	102	133	0,77	0,34	0,09
Bt1	32 - 60	0	60	940	615	107	278	0,38	0,26	0,11
Bt2	60 - 82	10	170	830	499	136	365	0,37	0,20	0,13
Btf1	82 - 130	10	220	770	448	125	427	0,29	0,15	0,16
Btf2	130 - 150	70	150	780	422	136	442	0,31	0,08	0,20
C/R	150 - 200+	80	140	780	358	227	415	0,54	nd	nd
Perfil 2 - Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)										
A	0 - 18	0	30	970	802	102	96	1,06	0,34	0,10
AB	18 - 28	0	10	990	707	210	83	2,53	0,32	0,10
Bt1	28 - 45	0	10	990	648	151	201	0,75	0,27	0,10
Bt2	45 - 65	0	40	960	627	170	203	0,84	0,17	0,15
Btf	65 105	0	40	960	429	190	381	0,50	0,12	0,18
Bt3	105 120	90	380	530	423	176	401	0,44	0,09	0,19
Bt4	120 - 150	20	120	860	321	246	433	0,57	0,08	0,19
Cr	150 - 170+	0	20	980	343	232	425	0,55	nd	nd
Perfil 3 – Planossolo Nátrico (SNz)										
A	0 - 18	0	0	1000	799	107	94	1,14	0,35	0,09
E	18 - 32	0	0	1000	753	141	106	1,33	0,33	0,09
Btnz1	32 - 53	0	0	1000	508	201	291	0,69	0,18	0,14
Btnz2	53 - 80	0	0	1000	603	83	314	0,26	0,12	0,15
Btnz3	80 - 150	0	10	990	624	86	290	0,30	0,04	0,19
Cn	150 - 165+	0	10	990	587	143	270	0,53	nd	nd

[1/]calh – calhaus.
[2/]casc – cascalho.
[3/]TFSA – terra fina seca ao ar.

O fracionamento da areia (Figura 2) mostra predominância da areia média, fina e muito fina nos três perfis, sendo que, em P1 e P2, há maior predominância da areia fina e, em P3, da areia muito fina. Em média, essas três frações representam 80% (P1 e P2) e 95% (P3) da areia total. Nos horizontes de acumulação de calhaus e cascalho, há também acúmulo de areia muito grossa nos perfis P1 e P2.

De uma maneira geral, os dados da composição granulométrica mostram uma nítida predominância da fração areia (Tabela 2) nestes solos, que diminui com a profundidade à medida que o teor de argila aumenta. Esse aumento do teor de argila em profundidade, nos três perfis estudados, resulta em um gradiente textural, razão B/A que varia de 3,0 a 4,0, sugerindo eluviação de argilas e presença do horizonte B textural, como mostrado pela morfologia.

A relação argila fina/argila total (Figura 3) também sugere a presença de iluviação de argila e formação do B textural (Estados Unidos, 1993). No que se refere as relações areia média/areia total, areia fina/areia total e areia muito fina/areia total (Figura 3), observa-se uma distribuição uniforme e similar para essas razões nos três perfis estudados. Isso sugere a inexistência de descontinuidade litológica, entre os horizontes estudados. Quando há descontinuidade são verificadas quebras acentuadas dessas relações ao longo do perfil de um solo.

A maior concentração de calhaus e cascalho nos horizontes Bt inferiores dos perfis P1 e P2 e a diferença acentuada de distribuição granulométrica dos horizontes Bt para C, no perfil P2, indicam deposição sedimentar sobre o embasamento cristalino. Essa maior concentração de frações grosseiras aponta para evento de deposição de maior energia nesses horizontes em relação aos superficiais ou deposição contemporânea, com acúmulo das frações mais pesadas na base.

As características granulométricas que diferenciam P1 e P2 do P3 são: a presença de uma camada de calhaus e cascalhos de quartzo; predominância de areia fina dentro da fração areia total e; maiores teores da fração argila.

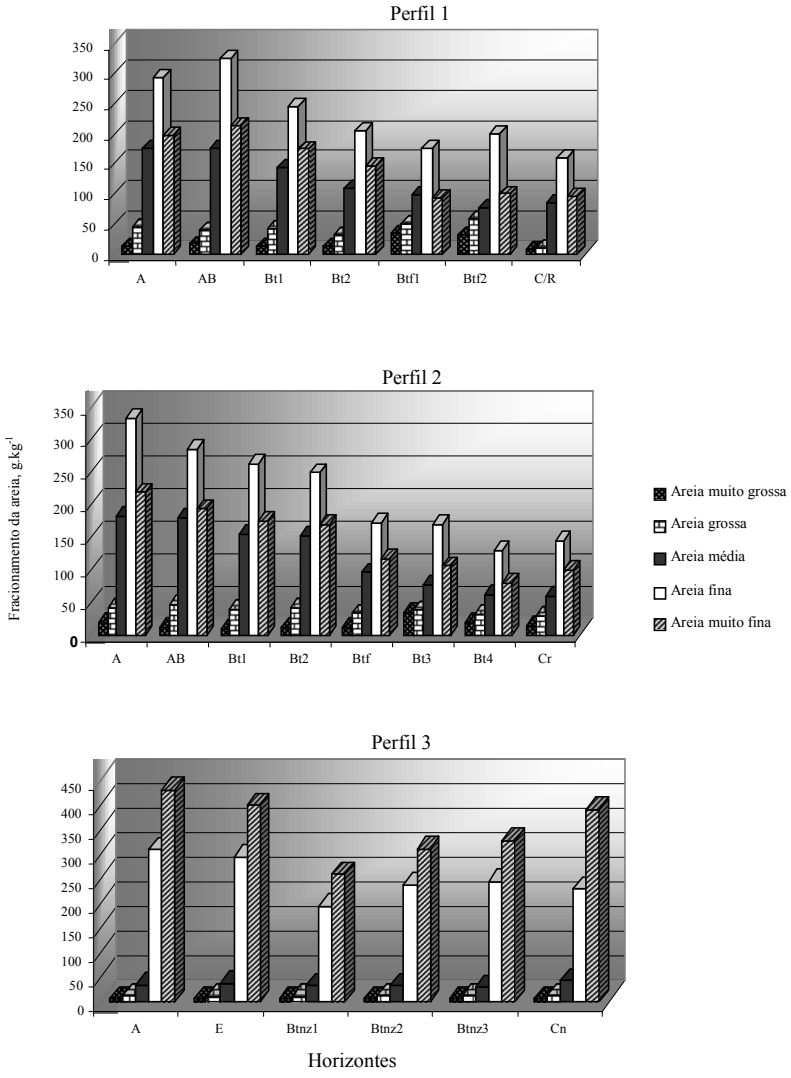


Figura 2 - Fracionamento da areia nos três perfis estudados.

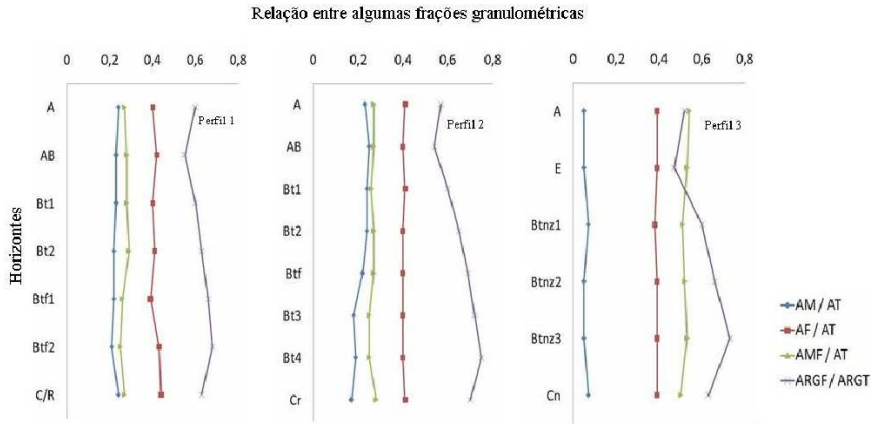


Figura 3 - Relação entre areia média (AM), areia fina (AF), areia muito fina (AMF)/areia total (AT) e argila fina (ARGF)/argila total (ARGT) para os três perfis estudados.

A argila dispersa em água apresenta valores que oscilam entre 60 a 390 g Kg^{-1} com incremento desta no horizonte Bt, o que indica uma possível influência no adensamento ora estudado (Figura 4).

O acréscimo da densidade em profundidade está relacionado com o aumento do grau de dispersão das argilas e diminuições da matéria orgânica (dados não apresentados), da macroporosidade e da porosidade total (Tabela 3), e, muito provavelmente também, com ciclos repetidos de umedecimento e secagem a que estes solos estão submetidos. Sob essas condições, há formação de fluxo de água lateral e basal combinado, o qual acelera a formação de horizontes adensados, devido a suprimentos de argila e melhor empacotamento das partículas.

No tocante à porosidade total (Tabela 3), os três perfis apresentam valores similares oscilando entre 0,23 e 0,44 m^3 m^{-3}, diminuindo em profundidade, sendo que as menores porosidades correspondem às maiores densidades do solo. Na distribuição do tamanho de poros, percebe-se (Tabela 2) nítido aumento da microporosidade e decréscimo da macroporosidade com a

profundidade, refletindo a presença crescente da fração argila que, por possuir uma superfície específica alta por unidade de massa, favorece o aparecimento de poros de menor diâmetro.

Os dados referentes à retenção de água registrados nas tensões a –0,034 MPa, definido como capacidade de campo, e a –1,52 MPa definido como ponto de murcha permanente, bem como as resultantes estimativas de água disponível e lâmina acumulada constam da tabela 4. Os resultados obtidos demonstram um aumento desses parâmetros com a profundidade nos três perfis estudados, o que está relacionado com o aumento dos percentuais dos materiais finos do solo e da microporosidade constatadas nesses solos.

Os resultados obtidos na caracterização morfológica e física, e de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – Embrapa (2006), os perfis P1 e P2 estudados foram classificados como Argissolos Amarelos Eutróficos abrúpticos plínticos, textura média/argilosa, A moderado, fase endopedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo plano e o perfil 3 como Planossolo Nátrico Sálico típico, textura média/argilosa, A fraco, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

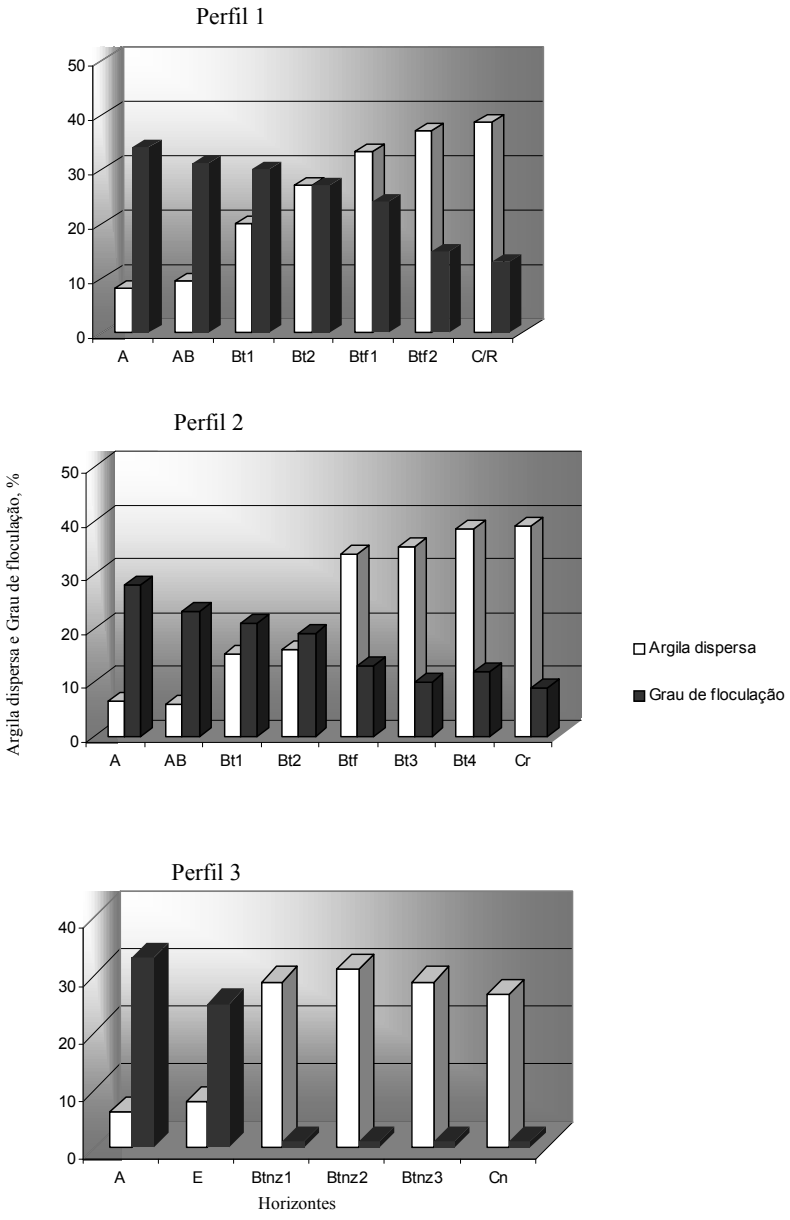


Figura 4 - Distribuição de argila dispersa e grau de floculação, nos três perfis estudados.

Tabela 3 - Densidade do solo, densidade da partícula e porosidade total.

Horizonte	Densidade		Porosidade Total
	Solo	Partícula	
	——— kg dm^{-3} ———		$m^3.m^{-3}$
Perfil 1 - Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)			
A	1,46	2,60	0,44
AB	1,48	2,60	0,43
Bt1	1,66	2,63	0,37
Bt2	1,78	2,62	0,33
Btf1	1,81	2,62	0,31
Btf2	1,89	2,62	0,28
C/R	1,93	2,63	0,27
Perfil 2 - Argissolo Amarelo Eutrófico (Pae)			
A	1,47	2,61	0,44
AB	1,50	2,60	0,42
Bt1	1,66	2,62	0,37
Bt2	1,79	2,62	0,32
Btf	1,81	2,60	0,30
Bt3	1,84	2,62	0,28
Bt4	1,91	2,63	0,27
Cr	1,94	2,62	0,26
Perfil 3 - Planossolo Nátrico (SNz)			
A	1,48	2,62	0,44
E	1,50	2,60	0,42
Btnz1	1,79	2,64	0,32
Btnz2	1,94	2,65	0,27
Btnz3	2,01	2,67	0,23
Cn	1,99	2,65	0,25

Tabela 4 - Capacidade de campo (-0,034MPa), ponto de murcha permanente (–1,52MPa) e água disponível dos três perfis estudados (média de três repetições).

Horizonte	Umidade		Água Disponível	1	2	3
	- 0,034 MPa	- 1,52 MPa				
	——— g kg^{-1} ———					
Perfil 1 – Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)						
A	69	34	35	1,46	0,051	7,67
AB	133	68	65	1,48	0,096	16,35
Bt1	128	82	46	1,66	0,076	21,39
Bt2	140	103	37	1,78	0,066	14,50
Btf1	165	120	45	1,81	0,082	39,12
Btf2	164	112	52	1,89	0,098	19,66
C/R	n/d	n/d	n/d	1,93	n/d	n/d
Perfil 2 – Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe)						
A	51	27	24	1,47	0,035	6,35
AB	74	44	30	1,50	0,045	4,50
Bt1	115	69	46	1,66	0,076	12,99
Bt2	129	84	45	1,79	0,081	16,12
Btf	149	101	48	1,81	0,087	34,76
Bt3	171	113	58	1,84	0,107	16,01
Bt4	200	138	62	1,91	0,118	35,52
Cr	n/d	n/d	n/d	1,94	n/d	n/d
Perfil 3 – Planossolo Nátrico (SNz)						
A	62	21	41	1,48	0,061	10,93
E	60	22	38	1,50	0,057	7,98
Btnz1	80	41	39	1,79	0,070	14,66
Btnz2	173	101	72	1,94	0,140	37,72
Btnz3	195	114	81	2,01	0,163	113,93
Cn	n/d	n/d	n/d	1,99	n/d	n/d

n/d - não determinado;

1.densidade (kg dm^{-3});

2.água disponível (cm^3 cm^{-3});

3.lâmina de água acumulada no horizonte (mm);

lâmina de água acumulada na profundidade 120 cm:

- Perfil 1 – 93,88 mm;
- Perfil 2 – 90,73 mm;
- Perfil 3 – 136,41 mm.

4. Conclusões

1. A acumulação das frações grosseiras como calhaus, cascalhos e areia muito grossa na base dos perfis P1 e P2 e a diferença na distribuição granulométrica do horizonte Bt para o C, no perfil P2, indicam deposição de sedimentos sobre o embasamento cristalino.

2. A homogeneidade das características morfológicas e físicas indica que os três perfis estudados são derivados do mesmo material de origem, proveniente da intensa mistura tanto dos sedimentos que caracterizam a grande área pedimentar da região quanto de alguns produtos do embasamento cristalino subjacente.

3. O adensamento subsuperficial deve-se a processos pedogenéticos como eluviação/iluviação de argila, que ocupa o espaço; bem como por processos de plintitização e dispersão de argila, influenciados por ciclos alternados de umedecimento e secagem.

5. Referências bibliográficas

BURGOS, N.; CAVALCANTI, A. C. **Levantamento detalhado de solos da área de sequeiro do CPATSA, Petrolina-PE:** perfis. Rio de Janeiro: Embrapa SNLCS, 1990. v 1. (Embrapa SNLCS. Boletim de Pesquisa, 38). 3 mapas. Escala 1:7.500.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p. il. (Embrapa CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1988. 54 p. (Embrapa SNLCS. Documentos, 3).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Normas e critérios para levantamento pedológico**. Rio de Janeiro: Embrapa SNLCS, 1989. 94 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

FONSECA, O. O. M. **Caracterização e classificação de solos latossólicos e podzólicos desenvolvidos nos sedimentos do terciário no litoral brasileiro**. 1986. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FREITAG, D. R. Methods of measuring soil compaction. In: BARNES, K. K.; TAYLOR, H. M.; THROCKMORTON, R. I. **Compaction of agricultural soils**. Michigan: The American Society of Agricultural Engineers, 1971. p.47-105.

GOMES, T. C. de A. **Análise de trilha no estudo de fatores físicos e químicos relacionados ao adensamento e, ou, à compactação em dois solos do Norte de Minas Gerais**. 1996. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

JACOMINE, P. K. T. **Fragipans em solos de "tabuleiros**": características, gênese e implicações no uso agrícola. 1974. 113 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.: SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: SUDENE-DRN, 1972. 354 p. v. 2.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N. N.; PESSOA, S. C. P.: SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: SUDENE-DRN, 1973. 359 p. v.1. (Boletim Técnico, 26).

MALTONI, K. L. **Estudo de compactação e/ou adensamento em superfície de latossolos sob diferentes usos**. 1994. 139 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MONIZ, A. C. Evolução de conceitos no estudo da gênese de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 3, p.349-362, 1996.

OLIVEIRA, L. B.; MELO, V. Estudo da disponibilidade de água em um solo da estação experimental de Itapirema, Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 6, p. 31-37, 1971.

OLIVEIRA, T. S. **Efeitos dos ciclos de umedecimento e secagem sobre propriedades físicas e químicas de quatro latossolos brasileiros**. 104 f. 1994. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline alkali soil**. New York: Salinity Lab., 1954. 160 p. (Handbook, 60).

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92 p.

SILVA, A. J. N. da; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açucar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 4, p.677-684, 1997.

SILVA, M. S. L. da; RIBEIRO, M. R. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açucar em propriedades morfológicas e físicas de solos argilosos de tabuleiro no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, n. 3 p.397-402, 1992.

SILVA, M. S. L. da. **Caracterização e gênese do adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil.** Porto Alegre, 2000. 127 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SUDENE. **Relatório anual**. Recife, 1977. 82 p.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S.;COOPER, M. Pedogênese em uma sequência latossolo-podzólico na borda de um platô na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 4, p. 909-921, 1999.