

SEÇÃO V - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS PLANOSSÓLICOS DO SERTÃO DO ARARIPE (PE)⁽¹⁾

L. B. OLIVEIRA⁽²⁾, M. R. RIBEIRO⁽³⁾,
F. B. FERRAZ⁽⁴⁾ & P. K. T. JACOMINE⁽⁵⁾

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se caracterizar e classificar solos com horizonte B plânico subjacente a um horizonte B textural e, portanto, em posição não-diagnóstica para a classe dos Planossolos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS). Foram selecionados três perfis representativos destes solos no município de Ouricuri, microrregião de Araripina, no Sertão de Pernambuco, área de ocorrência expressiva de solos planossólicos. Os perfis foram descritos e amostras deformadas foram coletadas de todos os horizontes para realização das análises físicas e químicas. Amostras indeformadas foram coletadas para determinação da densidade do solo. Os resultados mostram que os solos, formados de uma dupla contribuição de material de origem (cobertura sedimentar e rochas cristalinas do Pré-Cambriano), apresentam duas seções distintas, que refletem a contribuição dos materiais originários. A seção superior é formada pelos horizontes A, BA, Bt e, ou, Btf, e a inferior é formada pelos horizontes 2Btbn e 2BCn. Os horizontes da seção superior apresentam cores cromadas, textura mais arenosa, densidade mais baixa, maior condutividade hidráulica e menor atividade da fração argila do que os horizontes da seção inferior dos perfis, que se apresentam muito densos, pouco cromados e constituem uma barreira à percolação da água. Propõe-se a seguinte classificação para os perfis estudados: Plintossolo Argilúvico eutrófico planossólico sódico (perfil 1); Argissolo Amarelo eutrófico planossólico solódico (perfil 2) e Argissolo Amarelo eutrófico plíntico planossólico sódico (perfil 3). Os resultados indicam a necessidade de modificações na conceituação do horizonte B plânico do SIBCS, para permitir o enquadramento dos solos estudados. Sugere-se a eliminação da obrigatoriedade de ser o horizonte B plânico imediatamente subjacente a um

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Recebido para publicação em julho de 2002 e aprovado em abril de 2003.

⁽²⁾ Doutorando do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – UFV. CEP 36570-000 Viçosa (MG). E-mail: lbdeoliveira@yahoo.com.br

⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-000 Recife (PE). Bolsista do CNPq. E-mail: rosas@truenet.com.br

⁽⁴⁾ Discente do Curso de Engenharia Agrônômica, UFRPE. Bolsista do CNPq. E-mail: ferrazjr@ruralnet.com.br

⁽⁵⁾ Professor Visitante do Departamento de Agronomia, UFRPE. E-mail: ricardoj@truenet.com.br

horizonte A ou E, bem como da necessidade de mudança textural abrupta, desde que apresente transição abrupta que configure um fraturamento muito nítido com o horizonte que o antecede (A, E ou Bt).

Termos de indexação: semi-árido, Argissolo Amarelo, Plintossolo Argilúvico, horizonte B plânico.

SUMMARY: CLASSIFICATION OF PLANOSSOLIC SOILS FROM THE SERTÃO DO ARARIPE REGION, OF STATE PERNAMBUCO, BRAZIL

Soils with a planic B horizon underlying a textural B horizon and, therefore, not regarded as Planosols in the Brazilian System of Soil Classification (SIBCS) were characterized and classified. Three representative soil profiles were selected in the county of Ouricuri, Araripina micro-region, within the Sertão Zone of Pernambuco State, an area with a high density of planossolic soils. Soil profiles were morphologically described and disturbed samples taken from each horizon for physical and chemical analyses. Undisturbed samples were collected to determine bulk density. Results showed that the soils, formed by the contribution of two parent materials (sediments and crystalline rocks), demonstrate this double origin with two distinct sections. The top one is formed by A, BA, Bt, and/or Btf horizons, and the bottom one by 2Btbn and 2BCn horizons. The topsoil horizons have colors of higher chromas, lower clay contents, smaller bulk density, higher hydraulic conductivity, and a lower clay activity compared to the subsoil horizons, characterized by high bulk density, low chromas and very low hydraulic conductivity, limiting the downward movement of water. The soils were classified in the SIBCS as: Sodic Planossolic Eutric Argiluvic Plinthosol (profile 1); Solodic Planossolic Eutric Yellow Argisol (profile 2) and Sodic Planossolic Plinthic Eutric Yellow Argisol (profile 3). Changes in the definition of the planic B horizon were suggested to allow the inclusion of the studied soils as follows: a planic B horizon must not obligatorily underlie an A or E horizon nor present an abrupt particle size alteration as long as it presents abrupt transition that is a very clear rupture with the previous A, E or Bt horizon.

Index Terms: Semi-arid, Yellow Argisol, Argiluvic Plinthosol, planic B horizon.

INTRODUÇÃO

Durante os levantamentos (semidetalhado e detalhado) de solos do Projeto Sertão de Pernambuco, foi constatada, no Sertão do Araripe, a ocorrência de solos com horizonte B textural, de cores vivas e boa permeabilidade, com transição abrupta para um horizonte de cores acinzentadas e de baixíssima permeabilidade, com características muito semelhantes às de um horizonte B plânico. Estes solos são geograficamente expressivos na região, ocupando uma área descontínua de cerca de 74.162 ha, o que corresponde a 26 % do total mapeado no levantamento semidetalhado de solos (CODEVASF, 1998).

A inexistência de estudos mais aprofundados sobre esses solos tem impossibilitado, até então, seu correto posicionamento no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SIBCS (EMBRAPA, 1999). A constatação de sua ocorrência gerou a necessidade de revisão de definições e conceitos a fim de torná-los ainda mais adequados à correta compreensão dos

solos, o que vem reforçar a idéia de que a classificação taxonômica é largamente dependente do nível de conhecimento disponível, tendendo a ser tanto mais completa e útil quanto mais elevado for o nível de conhecimento acumulado.

De acordo com a EMBRAPA (1988), solos que apresentam natureza intermediária para Planossolos são chamados de planossólicos. No SIBCS, o termo planossólico é usado no quarto nível categórico (subgrupo) para distinguir solos que apresentam características transicionais para Planossolos ou que apresentam horizonte B plânico em posição não-diagnóstica para Planossolos.

A ocorrência de horizonte B plânico, associada ao clima semi-árido, constitui uma séria limitação ao uso dos solos com agricultura irrigada. A caracterização desses solos, que ocupam área expressiva do Projeto de Irrigação do Sertão de Pernambuco, fornecerá, portanto, informações básicas e necessárias ao planejamento de seu uso, subsidiando a tomada de decisões e tornando mais racional sua utilização.

Visando contribuir para o aprimoramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e para o uso sustentável dos solos, o presente trabalho teve por objetivo estudar solos planossólicos do Sertão do Araripe, a partir da caracterização morfológica, física e química de perfis representativos.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do meio físico

A área de estudo localiza-se no município de Ouricuri, Sertão do Araripe, estado de Pernambuco (Figura 1). O cenário geológico do Sertão do Araripe,

embora apresente uma diversidade acentuada, é, em resumo, composto por rochas cristalofílicas do embasamento Pré-Cambriano, por rochas sedimentares da Série Araripe e por capeamentos de sedimentos Terciários/Quaternários de espessura variável (Gomes, 2001). As rochas do embasamento cristalino, nos pontos onde os perfis foram descritos, são filito, granito intrusivo porfiróide e hornblenda-gnaiss, para os perfis 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 1). Nos três sítios de amostragem, as rochas do embasamento foram capeadas por sedimentos que podem ser enquadrados como pertencentes às Superfícies Cenozóicas de Gomes (2001), que apresentam espessura variando de 20 cm a alguns metros (CODEVASF, 1998; 2000).

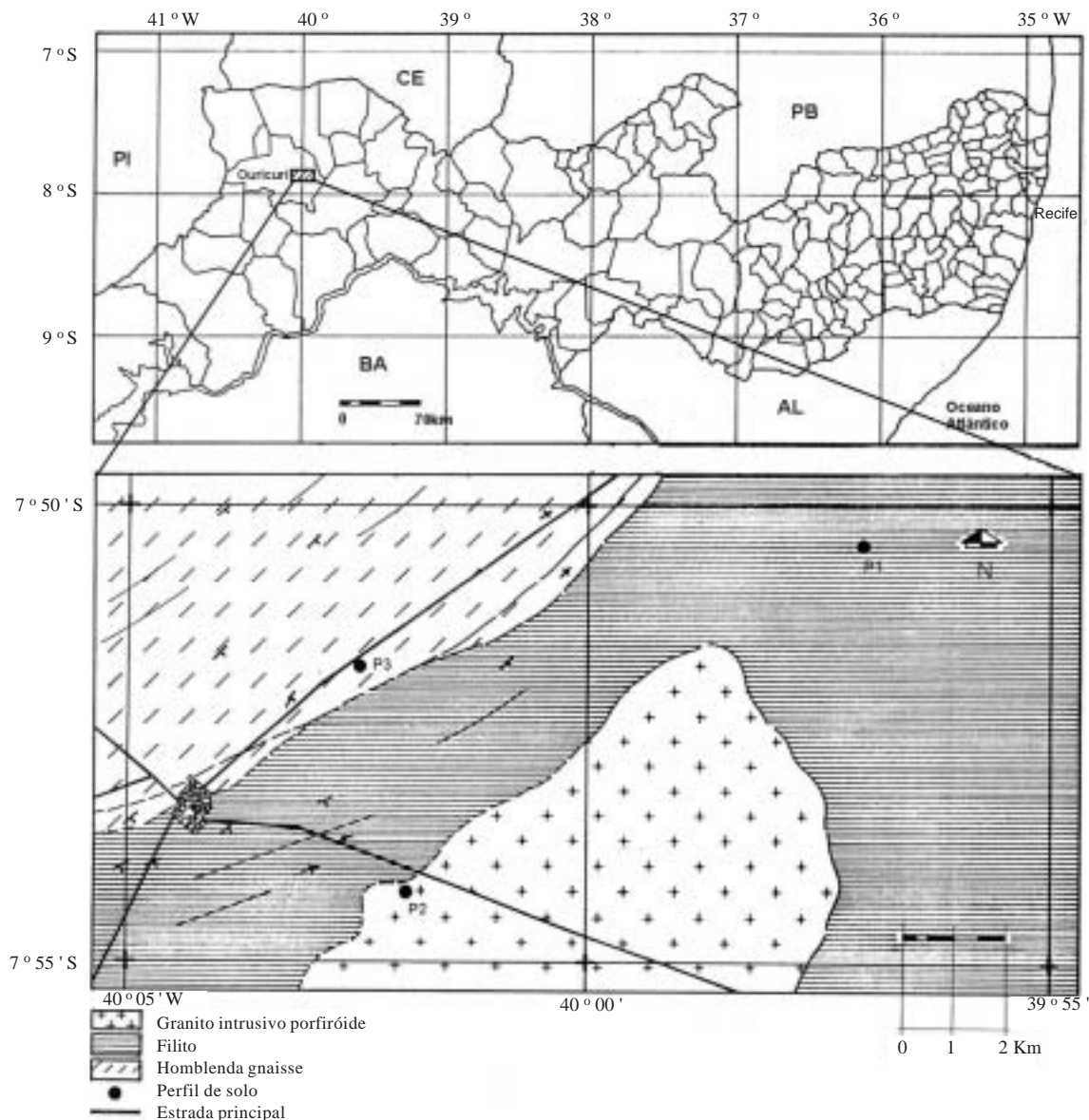


Figura 1. Localização da área de estudo, mapa geológico com a localização dos perfis de solo estudados [adaptado de Caldasso (1967) e Veiga (1968)].

De acordo com Prates et al. (1981), os sítios de amostragem estão incluídos na unidade geomórfica da Depressão Sertaneja, que apresenta relevo regional plano a suave ondulado, sendo plano nos pontos onde os perfis foram descritos.

Na região, predomina o tipo climático BSwh' da classificação de Köppen, ou seja, clima quente e semi-árido, tipo estepe, com o início da estação chuvosa em janeiro (Jacomine et al., 1973b). A temperatura média é de 26°C, as precipitações pluviométricas são da ordem de 650 mm anuais e a evapotranspiração potencial apresenta média anual de 1.400 mm. O trimestre mais chuvoso compreende os meses de janeiro, fevereiro e março (SUDENE, 1990; FIAM, 1997).

A vegetação típica da região é a caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva (Andrade-Lima, 1970; Jacomine et al., 1973b). A vegetação primária foi devastada quer para favorecimento de atividades agrícolas, principalmente cultivos de milho, feijão, mandioca e pecuária, quer para utilização da madeira na produção de carvão e lenha, utilizados nos fornos do Pólo Gesseiro do Araripe, delas a atividade de maior poder de devastação (CODEVASF, 1998; 2000).

Descrição dos perfis, amostragem e análises de caracterização

A partir dos levantamentos, semidetalhado e detalhado, de solos (CODEVASF, 1998; 2000), foram selecionados três perfis que representam as ocorrências mais comuns dos solos planossólicos da região. Os solos foram descritos, conforme recomendações de Lemos & Santos (1996). Amostras deformadas foram coletadas, por horizonte, para realização das análises físicas e químicas, e amostras indeformadas foram coletadas para determinação da densidade do solo.

As análises foram realizadas, com três repetições, de acordo com métodos descritos pela EMBRAPA (1997). As físicas incluíram as determinações de: granulometria (método do densímetro), argila dispersa em água, densidade do solo (cilindro volumétrico ou torrão parafinado) e de partículas, capacidade de campo, ponto de murcha permanente e condutividade hidráulica saturada. As análises químicas incluíram as determinações de: pH em água e KCl 1 mol L⁻¹; ponto de efeito salino nulo - PESN (método gráfico); Ca²⁺ e Mg²⁺ (extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por complexometria); Na⁺ e K⁺ (extraídos com solução de Mehlich-1 e determinados por espectrofotometria de chama); Al³⁺ (extraído com solução de KCl 1 mol L⁻¹ e determinado por titulação); H⁺ + Al³⁺ (extraídos com solução acetado de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e determinados por titulação); P disponível (extraído com solução de Mehlich-1 e determinado por colorimetria); C orgânico (oxidação pelo dicromato de potássio em meio sulfúrico), N total (auto-analisador modelo Kjeltex 1030 da Tecato) e condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação.

A partir desses dados, foram calculados, conforme EMBRAPA (1997): relação silte/argila, grau de floculação, porosidade total, água disponível, soma de bases (S), hidrogênio trocável, capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V %), percentagem de saturação por alumínio (m %), percentagem de sódio trocável (PST) e relação C/N.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos morfológicos

Os solos estudados apresentam perfis com duas seções distintas. A seção superior é composta pelos horizontes Ap-BA-Bt e, ou, Btf, e a seção inferior, pelos horizontes 2Btbn e 2BCn (Figura 2).

O horizonte A tem cor bruno-amarelado-escuro ou bruno-escuro, textura variando de franco-arenosa a franco-argilo-arenosa (pouco ou não cascalhenta) e estrutura predominantemente granular. Este horizonte foi classificado como A moderado pelos critérios de cor, espessura, estrutura e teores de carbono adotados pelo SIBCS. Este horizonte transita para um horizonte BA (perfis 1 e 3) ou diretamente para o horizonte Bt (perfil 2). O horizonte Bt, que pode ou não ser coincidentemente plântico, apresenta coloração bruno-amarelada ou bruno-amarelado-clara, textura franco-argilo-arenosa a argilosa e estrutura em blocos angulares e subangulares (Quadro 1). O horizonte Bt transita abruptamente para um horizonte de coloração acinzentada, textura argilosa a muito argilosa e estrutura prismática ou maciça coesa, com partes em blocos angulares grandes, que foi denominado horizonte B plântico, em virtude de sua similaridade morfológica, física e química com o horizonte B plântico do SIBCS (EMBRAPA, 1999).

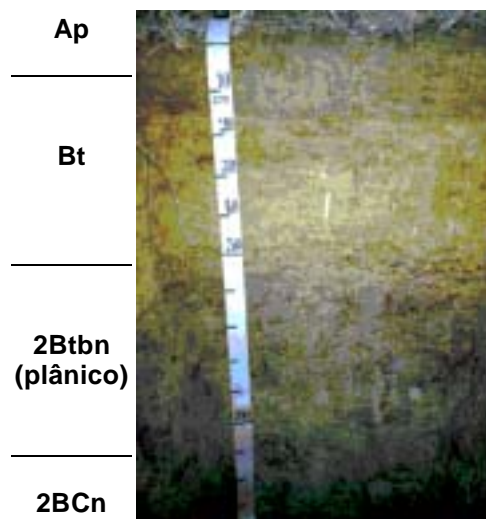


Figura 2. Perfil 2 - Argissolo Amarelo eutrófico planossólico solódico, mostrando a nítida separação entre o horizonte Bt e o 2Btbn.

Quadro 1. Características morfológicas de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE)

Hor.	Prof. (cm)	Cor ⁽¹⁾	Textura	Estrutura	Consistência	Transição
Perfil 1 - Plintossolo Argilúvico eutrófico planossólico sódico						
Ap	0- 18	10YR 4/6 e 10YR 6/4 (seco)	franco-argilo-arenosa com cascalho	fraca pequena a média granular e fraca muito pequena a pequena blocos subangulares	ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	clara e plana
BA	18- 30	10YR 5/6	franco-argilo-arenosa cascalhenta	fraca pequena a média blocos subangulares	dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	abrupta e plana
Btf	30- 85	10YR 6/4, mosqueado abundante médio e proeminente 10R 4/8	argilosa cascalhenta	moderada muito pequena a pequena blocos angulares e subangulares	dura e muito dura, firme, plástica e pegajosa	abrupta e ondulada (35-60 cm)
2Btbn	85-110	10YR 6/2, mosqueado comum pequeno a médio 10YR 5/8 e proeminente 2,5YR 5/8	muito argilosa	maciça coesa com partes fraca grande blocos angulares	extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e pegajosa	
Perfil 2 - Argissolo Amarelo eutrófico planossólico solódico						
Ap	0- 15	10YR 3/3 e 10YR 5/3 (seco)	franco-arenosa	fraca pequena a média granular	ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	abrupta e plana
Bt	15- 53	10YR 5/6, mosqueado pouco pequeno e proeminente 5YR 5/8	franco-argilo-arenosa	fraca pequena blocos subangulares	dura e muito dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa	abrupta e plana
2Btbn	53-100	10YR 5/2, mosqueado comum pequeno e proeminente 5YR 5/8	argilo-arenosa	fraca a moderada grande e muito grande prismática	extremamente dura, firme, plástica e muito pegajosa	gradual e plana
2BCn	100-135	10YR 6/2, mosqueado comum pequeno e distinto 10YR 4/6	argilo-arenosa	fraca média a grande blocos angulares	extremamente dura, extremamente firme, plástica e pegajosa	
Perfil 3 - Argissolo Amarelo eutrófico plântico planossólico sódico						
Ap	0- 15	10YR 4/4 e 10YR 6/2 (seco)	franco-arenosa	fraca pequena a média granular	dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	gradual e plana
BA	15- 33	10YR 4/6	franco-argilo-arenosa	fraca muito pequena a pequena blocos subangulares	muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	clara e plana
Bt	33- 60	10YR 5/4, mosqueado comum médio e distinto 5YR 4/6	argilo-arenosa	fraca muito pequena a média blocos subangulares e angulares	muito dura, firme, plástica e pegajosa	gradual e plana
Btf	60- 90	10YR 6/3, mosqueado abundante médio e proeminente 2,5YR 4/6	argilosa	moderada muito pequena a pequena blocos subangulares e angulares	muito dura, firme, plástica e pegajosa	clara e plana
2Btbn	90-140	10YR 5/2, mosqueado comum médio e distinto 10YR 4/6	argilosa	muito fraca grande prismática composta de fraca muito grande blocos angulares	extremamente dura, muito firme, muito plástica e pegajosa	gradual e plana
2BCn	140-160	10 YR 6/2, mosqueado comum médio e distinto 10YR 5/6	argilosa	fraca média a grande blocos angulares	extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa	

⁽¹⁾ Cor do solo úmido, salvo quando especificado em contrário.

O horizonte plânico dos solos estudados não atende, entretanto, ao requisito de apresentar mudança textural abrupta, ocorrendo abaixo de um horizonte Bt. No SIBCS, o horizonte B plânico é, por definição, precedido por uma mudança textural abrupta e subjacente a um horizonte A ou E.

Entretanto, nas definições dos subgrupos planossólicos (4º nível), o sistema admite a ocorrência de horizonte B plânico em posição não-diagnóstica para a classe dos Planossolos, ou seja, em seqüência a algum horizonte que não seja A ou E, contradizendo o estabelecido na definição do horizonte B plânico.

O horizonte B plânico dos solos estudados (2Btbn), em virtude de sua elevada densidade e baixíssima permeabilidade, funciona como um pão de argila, impedindo a penetração das raízes e da água, formando lençol de água suspenso no período chuvoso. Este lençol produz condições hidromórficas de natureza temporária que, alternadamente com períodos não-hidromórficos, possibilitou o desenvolvimento de mosqueados, plintita e, ou, petroplintita no horizonte B sobrejacente, e cores acinzentadas no próprio horizonte plânico (CODEVASF, 1998; 2000).

Os três perfis apresentam feições indicadoras de restrição de drenagem e de oscilação do nível do lençol suspenso. Em todos eles foram observados mosqueados, e a presença de plintita (e, ou, petroplintita) foi descrita nos perfis 1 e 3. A quantidade de plintita no horizonte Bt dos perfis 1 e 3 foi suficiente para defini-los como horizontes plínticos, mas, no perfil 3, o horizonte plíntico é precedido por um horizonte B textural não-plíntico.

Nos levantamentos, semidetalhado e detalhado, de solos da região (CODEVASF, 1998; 2000), foi constatado que o horizonte plânico apresenta profundidade variável. Nos perfis estudados, inicia-se entre 53 e 90 cm de profundidade. Este horizonte é precedido por uma camada de litofragmentos (cascalhos e, ou, calhaus). Em alguns casos, como no perfil 1, estes litofragmentos distribuem-se ao

longo dos horizontes precedentes ao horizonte B plânico e, em outros, como no perfil 2, ocorre como uma camada (“linha de pedras”) que antecede o 2Btbn.

O forte contraste entre as características morfológicas do horizonte Bt (e, ou, Btf) e do horizonte subjacente (2Btbn) e a ocorrência da camada de litofragmentos evidenciam que eles são originados de diferentes materiais de origem. A seção superior deriva, predominantemente, da cobertura sedimentar, podendo apresentar, de acordo com Oliveira (2002), baseado em observações micromorfológicas, alguma contribuição de material edafizado das rochas do embasamento cristalino. Já a segunda seção é derivada do produto da alteração das rochas do embasamento cristalino. O subscrito b, indicativo de horizonte enterrado, foi utilizado no 2Btbn, por se considerar que os sedimentos foram depositados sobre um solo preexistente.

Atributos físicos

A quantidade de cascalhos e calhaus foi variável nos perfis estudados e, comumente, foi maior na seção superior dos perfis, que está geneticamente relacionada com os materiais sedimentares (Quadro 2). Dos três perfis, o perfil 1 foi o que apresentou maiores quantidades de cascalhos e calhaus, estando os valores compreendidos entre 4 e 44 % e 2 e 34 %, respectivamente.

Quadro 2. Análises físicas de caracterização de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE)

Horizonte	Fração da mostra total			Composição granulométrica da TFSE				Argila dispersa em água	Grau de floculação	Silte/argila	Densidade		Porosidade	Constantes hídricas			Condutividade hidráulica saturada	
	Símbolo	Prof.	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina				Silte	Argila		do solo	partículas	U ⁽¹⁾ - 33 kPa		U - 1500 kPa
	cm	%			g kg ⁻¹				%	t m ⁻³		%	kg kg ⁻¹			cm h ⁻¹		
Perfil 1 - Plintossolo Argilúvico eutrófico planossólico sódico																		
Ap	0-18	2	9	89	405	271	96	229	85	63	0,42	1,44	2,62	45	0,08	0,04	0,05	5,70
BA	18-30	15	44	41	264	210	184	342	139	59	0,54	1,30	2,67	51	0,13	0,08	0,06	5,89
Btf	30-85	34	37	29	123	105	207	565	5	99	0,37	1,14	2,67	57	0,19	0,13	0,06	5,85
2Btbn	85-110	0	4	96	147	97	144	612	492	20	0,23	1,96	2,69	27	0,24	0,15	0,09	0,00
Perfil 2 - Argissolo Amarelo eutrófico planossólico solódico																		
Ap	0-15	0	2	98	503	278	58	162	52	68	0,36	1,81	2,61	30	0,07	0,02	0,05	6,46
Bt	15-53	0	5	95	415	190	93	302	179	41	0,31	1,61	2,67	40	0,11	0,06	0,04	4,88
2Btbn	53-100	1	6	94	359	110	39	492	329	33	0,08	1,88	2,68	30	0,20	0,12	0,08	0,00
2BCn	100-135	0	3	97	307	142	179	372	189	49	0,48	1,88	2,70	31	0,17	0,12	0,06	0,00
Perfil 3 - Argissolo Amarelo eutrófico plíntico planossólico sódico																		
Ap	0-15	0	3	97	368	353	103	175	62	65	0,59	1,50	2,62	43	0,06	0,03	0,03	4,16
BA	15-33	0	1	99	329	288	109	275	135	51	0,39	1,40	2,50	44	0,10	0,05	0,05	5,78
Bt	33-60	0	2	98	241	228	120	412	215	48	0,29	1,66	2,50	33	0,12	0,08	0,04	4,20
Btf	60-90	0	6	94	203	196	125	475	289	39	0,26	1,68	2,64	36	0,14	0,10	0,04	2,88
2Btbn	90-140	0	3	97	227	185	109	479	299	38	0,23	1,91	2,62	27	0,16	0,11	0,06	0,00
2BCn	140-160	0	1	99	175	200	203	422	229	46	0,48	2,07	2,67	22	0,20	0,11	0,09	0,00

⁽¹⁾ Umidade (percentagem na base de massa).

Quanto à composição granulométrica, observou-se uma tendência de aumento nos teores de argila com a profundidade. Os maiores teores de argila do horizonte Bt em relação ao horizonte A geraram gradiente textural, com valores de 1,98; 1,86 e 1,96, para os perfis 1, 2 e 3, respectivamente. O horizonte 2Btbn (B plânico) foi o horizonte mais argiloso dos solos, com teores de argila superiores a 470 g kg^{-1} . Estes elevados teores de argila estão relacionados com o material originário dos solos, com a formação de argila "in situ" e com a argiluviação (Oliveira, 2002).

O grau de floculação apresentou valores entre 20 e 99 %, sendo os valores mais baixos registrados para os horizontes B plânicos. Os índices mais elevados de dispersão de argilas dos horizontes plânicos estão relacionados com uma mineralogia mais esmectítica/micácea e, principalmente, com teores mais elevados de sódio no complexo de troca. Tal dispersão contribuiu para a redução da macroporosidade e, conseqüentemente, da condutividade hidráulica dos solos, que decresce abruptamente do horizonte Bt (ou Btf) para o horizonte B plânico (Quadro 2). Em condições de campo, quando da realização do levantamento detalhado de solos (CODEVASF, 2000), foi observada a presença de lençol de água suspenso durante a estação chuvosa. Isso indica que o horizonte B plânico destes solos funciona como um argipã, limitando a percolação de água.

Os valores de densidade do solo (Ds) variaram de 1,14 a $2,07 \text{ t m}^{-3}$. Os horizontes 2Bt plânicos apresentaram os valores mais elevados de Ds, o que reflete o adensamento dos solos. De acordo com Zisa et al. (1980) e Tan (1996), valores de Ds superiores a $1,80 \text{ t m}^{-3}$ dificultam ou inibem o desenvolvimento normal do sistema radicular da maioria das plantas e, desta forma, estes horizontes podem ser considerados como uma barreira ao desenvolvimento normal das plantas. Assim, deste ponto de vista, estes horizontes atendem aos requisitos de "dense materials" da Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999).

A porosidade total variou de 22 a 57 %, com comportamento inverso ao da densidade do solo, ou seja, os menores valores de porosidade total foram registrados nos horizontes 2Btbn e 2BCn.

Com relação a retenção de água, observou-se uma tendência de aumento da mesma com a profundidade, acompanhando aumento nos teores de argila e na quantidade de minerais expansivos, conforme discutido por Oliveira (2002). Os valores de umidade retida sob tensão de 33 e 1.500 kPa variaram de 0,06 a 0,24 e de 0,02 a $0,15 \text{ kg kg}^{-1}$, respectivamente.

Atributos químicos

Os solos apresentaram reação de fortemente ácida a neutra, com valores de pH em água entre 4,7 e 7,0. Os valores de ΔpH sempre negativos indicam predomínio de cargas negativas em relação

às positivas no complexo de troca, e os valores mais elevados ocorrem a partir do horizonte 2Btbn (Quadro 3).

Quanto às bases trocáveis, observou-se que, em geral, houve uma tendência de aumento com a profundidade, sendo os incrementos mais bruscos observados nos horizontes B plânicos. À exceção dos horizontes superficiais, houve um predomínio do íon Mg^{2+} em relação ao Ca^{2+} , com tendência de aumento da diferença entre os teores destes cátions com a profundidade. Este fato é comum em muitos solos do Sertão nordestino, como pode ser observado nos boletins de análises apresentados por Jacomine et al. (1972; 1973a,b; 1975a,b; 1977) e Sampaio (1976), sobretudo para a maioria dos perfis de Planossolos analisados.

Kretzschmar et al. (1997), investigando o intemperismo da biotita em dois perfis de solosaprolito (Typic Kanhaphludults da Soil Taxonomy) desenvolvidos de granito-gnaiss e micaxisto, atribuíram a dominância de Mg^{2+} no complexo de troca à liberação deste cátion pelo intemperismo da biotita, em concordância com o modelo de alteração apresentado por Rebertus et al. (1986).

Embora em muitos solos tais teores de Mg^{2+} possam estar diretamente relacionados com o intemperismo do material de origem, para os aqui estudados, a elevada concentração deste cátion no complexo de troca parece sugerir uma fonte externa deste elemento. Acredita-se que esta região, em épocas pretéritas, tenha sofrido influência marinha, uma vez que os teores de magnésio trocável são muito altos e que outros solos da região, derivados de materiais virtualmente desprovidos de biotitas, como os estudados por Santos et al. (1991), apresentam a mesma tendência.

Os teores de alumínio trocável variaram de 0,0 a $2,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e foram sempre mais elevados nas porções dos perfis diretamente relacionadas com os sedimentos Terciários/Quaternários.

A CTC apresentou tendência similar à das bases trocáveis, com valores entre 3,3 e $21,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. A atividade da fração argila aumentou consideravelmente do horizonte Bt para o horizonte 2Btbn e seus valores mostram que, neste horizonte, há um predomínio de minerais de argila do tipo 2:1, o que está de acordo com a hipótese de descontinuidade litológica. A atividade de argila ligeiramente superior nos horizontes superficiais em relação ao horizonte Bt deve estar relacionada com os maiores teores de matéria orgânica naqueles horizontes.

O ponto de efeito salino nulo (PESN) variou de 1,50 a 2,75 (Quadro 3). O valor mais elevado foi observado no horizonte Btf do perfil 1 em decorrência dos maiores teores de óxidos de ferro encontrados na forma de plintita e petroplintita. Nos horizontes 2Btbn e 2BCn, não houve interseção das curvas de titulação. Isto se deve ao predomínio de minerais esmectíticos

Quadro 3. Análises químicas de caracterização de solos planossólicos do Sertão do Araripe

Horizonte	pH (1:2,5)			Complexo sortivo								Valor V	m ⁽²⁾	PST	C org	N total	C/N	P	Pasta saturada		
	Água	KCl	PESN ⁽¹⁾	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	CTC								pH	C.E.	U ⁽³⁾
				cmol. kg ⁻¹								%		g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		dS m ⁻¹ 25 °C		%	
Perfil 1 - Plintossolo Argilúvico eutrófico planossólico sódico																					
Ap	5,3	4,1	2,25	1,2	1,0	0,04	0,15	2,4	0,5	1,0	3,9	62	16	1	9,29	0,49	19	4	5,7	0,17	20
BA	4,7	3,8	1,80	1,0	0,8	0,04	0,11	2,0	1,8	0,9	4,7	42	48	1	8,97	0,47	19	3	5,9	0,17	39
Btf	4,7	3,6	2,75	0,9	2,2	0,11	0,09	3,3	2,9	0,1	6,3	51	48	2	5,38	0,30	18	< 1	6,5	0,10	45
2Btbn	5,9	4,0	-	0,6	12,5	2,47	0,04	15,6	0,3	0,6	16,6	94	2	15	3,14	0,26	12	2	7,1	0,66	57
Perfil 2 - Argissolo Amarelo eutrófico planossólico solódico																					
Ap	5,7	4,3	2,25	1,0	1,0	0,04	0,30	2,4	0,3	0,7	3,3	71	10	1	8,20	0,37	22	7	6,2	0,28	16
Bt	5,5	3,9	1,75	1,8	2,9	0,05	0,20	5,0	0,5	0,5	6,0	83	9	1	4,92	0,35	14	1	7,3	0,13	24
2Btbn	6,0	4,0	-	3,0	9,6	1,39	0,06	14,1	0,3	0,7	15,1	94	2	9	4,04	0,32	13	< 1	7,5	0,36	42
2BCn	7,0	4,5	-	3,1	15,8	2,14	0,08	21,1	0,0	0,0	21,1	100	0	10	1,90	0,28	7	25	7,5	0,34	36
Perfil 3 - Argissolo Amarelo eutrófico plintico planossólico sódico																					
Ap	5,8	4,5	2,25	1,1	1,3	0,03	0,30	2,8	0,1	0,7	3,5	78	4	1	7,93	0,59	13	6	5,9	0,49	19
BA	5,2	3,9	2,50	1,2	1,7	0,05	0,19	3,1	0,6	0,6	4,4	72	17	1	6,06	0,58	10	1	7,5	0,20	24
Bt	5,0	3,6	2,25	0,6	1,8	0,10	0,13	2,7	2,3	0,1	5,0	53	46	2	4,71	0,53	9	< 1	6,5	0,13	34
Btf	5,6	3,6	1,50	1,0	3,2	0,35	0,08	4,6	1,5	0,3	6,3	73	24	5	3,14	0,37	8	< 1	6,9	0,10	32
2Btbn	5,5	3,5	-	1,3	6,9	1,38	0,08	9,7	0,5	0,3	10,5	93	5	13	1,65	0,28	6	< 1	6,7	0,35	39

⁽¹⁾ Ponto de Efeito Salino Nulo. ⁽²⁾ Percentagem de saturação por alumínio trocável. ⁽³⁾ Umidade da pasta de saturação (base gravimétrica).

e interestratificados na fração argila destes horizontes (Oliveira, 2002). Nestes minerais, as poucas cargas positivas desenvolvidas não são suficientes para neutralizar as cargas negativas geradas por substituição isomórfica (McBride, 1989) e, assim, não foi possível atingir um PESN.

A percentagem de saturação por sódio atingiu valores mais elevados a partir do horizonte B plânico, chegando a conferir caráter sódico aos perfis 1 e 3, atendendo ao critério de mobilização e sorção do sódio que, de acordo com EMBRAPA (1999), é comum a este tipo de horizonte subsuperficial.

Os baixos teores de C orgânico, menores do que 10 g kg⁻¹, são compatíveis com o uso atual dos solos e com as condições de semi-aridez da região.

Os valores de condutividade elétrica do extrato da pasta de saturação foram inferiores a 0,70 dS m⁻¹, indicando baixa salinidade dos solos sob as condições atuais de uso e manejo.

Classificação dos solos

A classificação proposta para os solos estudados encontra-se no quadro 4. A classificação dos solos até o terceiro nível categórico baseou-se no primeiro horizonte diagnóstico subsuperficial dos perfis (Bt ou Btf). O caráter planossólico, no SIBCS, figura a partir do quarto nível categórico, pois aparece em posição não-diagnóstica para a classe dos Planossolos e representa uma forte limitação ao uso agrícola dos solos.

Sugere-se que o caráter sódico ou solódico conste no quarto nível categórico, na classe dos Argissolos Amarelos eutróficos (PAe), para separar solos PAe planossólicos que apresentam um destes atributos daqueles que não apresentam, uma vez que a presença de sódio em proporção superior a 6 % já produz condições desfavoráveis ao desenvolvimento normal de muitas plantas cultivadas, bem como gera degradação da estrutura original do solo, com redução de permeabilidade. Este posicionamento já é adotado em outras classes de solos dentro do SIBCS (Chernossolos, Gleissolos, Organossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos, por exemplo) e segue as recomendações gerais utilizadas na hierarquização dos níveis categóricos do solo (EMBRAPA, 1999). No perfil 3, considerando a ocorrência de um horizonte plintico sobrejacente ao horizonte B plânico e em posição não-diagnóstica para a classe dos Plintossolos, é proposta a criação do subgrupo PAe plintico planossólico sódico.

Para a classe dos Plintossolos Argilúvicos eutróficos (FTe), propõe-se a criação da classe dos FTe planossólicos sódicos. Da mesma forma que nos Argissolos, é provável a ocorrência de intermediários planossólicos solódicos e não-solódicos, o que justificaria a previsão de criação destas classes, no mesmo nível.

A classificação aqui proposta, bem como a já adotada dentro do SIBCS, que considera a ocorrência do horizonte B plânico em posição não-diagnóstica para a classe dos Planossolos, desafortunadamente, não é harmônica com a definição de horizonte B

Quadro 4. Classificação dos solos planossólicos do Sertão do Araripe

Perfil	Classificação
1	Plintossolo Argilúvico eutrófico planossólico sódico A moderado textura média cascalhenta/muito argilosa fase pedregosa I caatinga hiperxerófila relevo plano
2	Argissolo Amarelo eutrófico planossólico solódico A moderado textura média (leve)/argilosa fase pedregosa III caatinga hiperxerófila relevo plano
3	Argissolo Amarelo eutrófico plíntico planossólico sódico A moderado textura média (leve)/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano

plânico, uma vez que sua ocorrência, de acordo com a definição do SIBCS, está restrita à presença de um horizonte A ou E e de uma mudança textural abrupta. Percebe-se, assim, a necessidade de aprimoramento da definição de horizonte B plânico quanto a estes aspectos, para torná-la compatível com a ocorrência de solos que apresentam este tipo de horizonte. Este aprimoramento resultará, também, numa melhor hierarquização das classes de solo, tornando-as mais harmônicas com as definições e conceitos apresentados no SIBCS.

CONCLUSÕES

1. Os horizontes plânicos dos solos estudados preenchem os requisitos do horizonte B plânico do SIBCS (estrutura prismática ou em blocos grandes, permeabilidade muito lenta, cores acinzentadas ou escurecidas com mosqueados, elevada densidade do solo e sorção de sódio), exceto pelo fato de não apresentarem mudança textural abrupta, nem serem imediatamente precedidos por um horizonte A ou E.

2. Para harmonizar a definição de horizonte B plânico com sua ocorrência em posição não-diagnóstica para a classe dos Planossolos, a mesma deve ser modificada. Sugere-se a eliminação da obrigatoriedade do B plânico ser precedido de horizonte A ou E e apresentar mudança textural abrupta, desde que a transição, entre este horizonte e aquele que o antecede (A, E ou B), seja abrupta e configure uma nítida separação entre eles, e que o horizonte plânico funcione, efetivamente, como uma barreira ao desenvolvimento normal das raízes e ao fluxo vertical da água.

3. Sugere-se a inclusão no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos dos seguintes subgrupos: (a) na classe dos Plintossolos, subgrupos planossólicos (sódico ou solódico), para abranger os solos que apresentam horizonte plânico subjacente a horizonte plíntico e (b) na classe dos Argissolos, subgrupos planossólicos (sódico ou solódico) e plínticos

planossólicos, para abranger os solos que apresentam horizonte plânico subjacente a um horizonte B textural ou plíntico.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE-LIMA, D. Recursos vegetais de Pernambuco. Recife, Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1970. 56p. (Cadernos do CONDEPE, Agricultura, 1)
- CALDASSO, A.L.S. Geologia da quadrícula E-093 - Folha Crato. Recife, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1967. 39p. (Série Geologia Regional, 4)
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO - CODEVASF. Projeto Sertão de Pernambuco: levantamento detalhado de solo e classificação de terras para irrigação. Recife, Projetos Técnicos, 2000. 109p.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO - CODEVASF. Projeto Sertão de Pernambuco: levantamento semidetalhado de solos, classificação de terras para irrigação e aptidão agrícola das terras. Recife, Projetos Técnicos, 1998. 135p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988. 68p.
- FUNDAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL DO INTERIOR DE PERNAMBUCO - FIAM. Sistema de informações municipais. Recife, Governo do Estado de Pernambuco, 1997 (Programa em disquete)
- GOMES, H.A., org. Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco. Brasília, Companhia de Produção e Recursos Minerais, 2001. 198p.

- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N. & MELO FILHO, A.F.R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia. Recife, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1977. v.1, 736p. (Boletim Técnico, 52; Série Recursos de Solos, 10)
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PÊSSOA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Recife, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1975a. 531 p. (Boletim técnico, 35; Série Recursos de Solos, 5)
- JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R. & FORMIGA, R.A. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1975b. 505p. (Boletim técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6)
- JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife, Ministério da Agricultura/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1973a, v.1. 301p. (Boletim técnico, 28 ; Série Pedologia,16)
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco. Recife, Ministério da Agricultura/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1973b. v.1. 359p. (Boletim Técnico 26; Série Pedológica, 14)
- JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O.; SILVA, A.P. & MELO FILHO, H.F.R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1972. 650p. (Boletim técnico, 15; Série Pedologia, 8)
- KRETZSCHMAR, R.; ROBARGE, W.P.; AMOOZEGAR, A. & VEPRASKAS, M.J. Biotite alteration to halloysite and kaolinite in soil-saprolite profiles developed from mica schist and grani gneiss. *Geoderma*, 75:155-170, 1997.
- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3.ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
- McBRIDE, M.B. Surface chemistry of soil minerals. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. *Minerals in soil environments*. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.35-88.
- OLIVEIRA, L.B. Solos planossólicos do Sertão do Araripe: caracterização, classificação e gênese. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. 107p. (Tese de Mestrado)
- PRATES, M.; GATTO, L.C.S. & COSTA, M.I.P. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB 24/25 Jaguaribe/ Natal: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1981. p.303-348. (Levantamento de Recursos Naturais, 23)
- REBERTUS, R.A.; WEED, S.B. & BUOL, S.W. Transformations of biotite to kaolinite during saprolite-soil weathering. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50:810-819, 1986.
- SAMPAIO, J.B.M. Levantamento de reconhecimento semidetalhado da área do Planosol Sólido no estado do Rio Grande do Norte. Recife: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1976. 98p. (Recursos de Solos, 5A)
- SANTOS, M.C.; MERMUT, A.R. & RIBEIRO, M.R. Micromorfologia de solos com argila de atividade baixa no sertão de Pernambuco. *R. Bras. Ci. Solo*, 15: 83-91, 1991.
- SOIL SURVEY STAFF. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2.ed. Washington, 1999. 870p. (USDA. Agriculture Handbook, 436)
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. Dados pluviométricos mensais do Nordeste: estado de Pernambuco. Recife, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1990. 363p. (Série Pluviométrica, 6)
- TAN, K.H. *Soil sampling, preparation, and analysis*. New York, Marcel Dekker, 1996. 408p.
- VEIGA, P. Geologia da quadrícula Ouricuri, Região do Araripe - Pernambuco. Recife, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1968. 56p.
- ZISA, R.P.; HALVERSON, H.G. & STOUL, B.B. Establishment-nearly growth of conifers on compacted soils. *Sor. Serv. Res. Pap.*, 51:1-8, 1980.