

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.2, p.192-201, abr.-jun., 2010

Recife - PE, Brasil, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI 10.5039/agraria.v5i2a675

Protocolo 675 - 12/09/2009 • Aprovado em 08/02/2010

Luiz A. C. Fernandes²

Mateus R. Ribeiro^{3,5}

Lindomário B. Oliveira⁴

Rafael F. A. L. Ferreira³

Caracterização e classificação de solos de uma litotoposequência do Projeto Xingó-SE¹

RESUMO

A adequada caracterização de solos de áreas destinadas à utilização com agricultura irrigada é necessária para embasar a escolha dos solos de maior potencial produtivo e menor risco de degradação. Com este propósito foram caracterizados e classificados quatro perfis de solos de uma litotoposequência representativa da ocorrência de solos do Projeto Xingó, visando fornecer subsídios à avaliação do potencial para uso com irrigação e contribuir para o aprimoramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Os perfis, do topo da seqüência até a base, foram classificados como: Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico (Perfil 1), Neossolo Regolítico Eutrófico léptico fragipânico sódico (Perfil 2), Luvisso Crômico Órtico sálico sódico (Perfil 4) e Planossolo Nátrico Órtico típico (Perfil 3). Dos quatro perfis, apenas o perfil 1 pode ser considerado apto para irrigação devido o seu baixo risco de encharcamento e salinização, mesmo apresentando baixas fertilidade natural, retenção e disponibilidade de água. Os demais solos foram considerados inaptos para agricultura irrigada por apresentarem características desfavoráveis a esse uso, incluindo baixa condutividade hidráulica, pequena profundidade efetiva e caráter sódico e, ou sálico.

Palavras-chave: Solos do semi-árido, Luvissoles, Planossolos, Neossolos Regolíticos

Characterization and classification of the soils in a lithotoposequence at Xingó Irrigation Project, Sergipe State, Brazil

ABSTRACT

Soil characterization in areas indicated for irrigated land use is important to select soils with higher agricultural potential and less risk of degradation. With this purpose, four soil profiles were characterized and classified along a representative soil lithotoposequence at Xingó Irrigation Project, aiming to provide data to evaluate the potential for irrigated land use and to contribute for the improvement of the Brazilian System of Soil Classification. The soils, from the top to the bottom, were classified as: Fragipanic Eutrophic Regolith Neosol (Profile 1), Sodic-Fragipanic Leptic Eutrophic Regolith Neosol (Profile 2), Salic-Sodic Orthic Chromic Luvisol (Profile 4) and Typic Orthic Natric Planosol (Profile 3). Only the profile 1 can be considered suitable for irrigation due to its low risk of waterlogging and salinization, despite its low fertility status, and low water holding capacity and available water. The other soils were considered not suitable for irrigated land use due to the low hydraulic conductivity, small depth and the presence of exchangeable sodium and, or soluble salts.

Key words: Semi-arid soils, Luvisols, Planosols, Regolith Neosols

² Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – CODEVASF. SGAN 601, Lote 1, sala 316. Asa Norte, CEP 70830-901, Brasília-DF, Brasil. Fone: (61) 3312-4611. E-mail: luizac@codevasf.gov.br

³ UFRPE, Departamento de Agronomia, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. Fone (81) 3320-6226. E-mail: mrosas@depa.ufrpe.br; raferural@hotmail.com

⁴ Laboratório Nacional Agropecuário em Pernambuco - LANAGRO-PE. Av. Gal San Martin, 1000, Bongí, CEP 50630-060, Recife, Brasil. Fone (81) 3226-0453. E-mail: lbdeoliveira@yahoo.com.br

⁵ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

INTRODUÇÃO

Durante os últimos trinta anos, a irrigação tornou-se uma técnica de grande importância na produção de alimentos, especialmente nos países em desenvolvimento. Metade das áreas irrigadas no mundo está localizada em áreas de clima árido e semi-árido, correspondendo a 18% da área cultivada no Planeta. Esta área é responsável por aproximadamente 33% da produção mundial de alimentos (Ntim & Irvine, 1998).

Na região Nordeste do Brasil, a irrigação teve início nas faixas de solos aluviais, muitos dos quais foram degradados em consequência de processos de salinização e sodificação, resultantes do manejo inadequado do solo e da água. A necessidade de expansão das áreas irrigadas e a implantação de grandes projetos agroindustriais levaram à procura de solos profundos, sem problemas de drenagem interna. Dessa forma, os Latossolos e os Argissolos desenvolvidos de coberturas pedimentares, que recobrem o cristalino de grande parte do semi-árido nordestino, passaram a ser utilizados com irrigação e, de acordo com Almeida (1995), representam as maiores áreas de solos irrigados da região.

A escassez de novas áreas e a necessidade de ampliação da irrigação ao longo do rio São Francisco, forçou à utilização de solos de menor aptidão para irrigação, principalmente os pertencentes às classes dos Luvisolos, Vertissolos, Neossolos Regolíticos e Neossolos Quartzarênicos. Dentre as novas áreas de irrigação destaca-se a área do Projeto Xingó, localizado no município de Canindé de São Francisco, zona fisiográfica do Sertão de São Francisco, extremo noroeste do Estado de Sergipe. Devido à disponibilidade de água da barragem Xingó, o Projeto constitui uma das poucas áreas com potencialidade para irrigação no local. Tem grande importância para o desenvolvimento sócio-econômico da área, onde a agropecuária tem sido a principal atividade, devido aos rigores das secas que periodicamente assolam a região.

Na área de baixa pluviosidade e alta evapotranspiração, os solos de textura e profundidade inadequadas podem, quando irrigados, tornarem-se salinos e/ou sódicos em médio e longo prazo. Assim, o estudo de tais solos é de suma importância para que se possa minimizar os possíveis efeitos degradativos da irrigação.

Assim, considerando ainda que a utilização dos solos deve ser planejada e controlada, com a finalidade de preservar sua produtividade, satisfazendo os interesses de gerações atuais e futuras, foi realizado o presente trabalho que teve como objetivo caracterizar e classificar os solos de uma litotoposequência representativa da área do Projeto Xingó, visando fornecer subsídios para o aprimoramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e a avaliação do potencial dos solos da região para uso com agricultura irrigada.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo localiza-se no município de Canindé de São Francisco, no extremo noroeste do Estado de Sergipe, zona fisiográfica conhecida como Sertão do São Francisco.

A seqüência de solos (Tabela 1), representada por quatro perfis, foi selecionada considerando-se a representatividade dos solos na área. A área estudada está inserida no Domínio Canindé-Marancó pertencente à Faixa de Dobramento Sergipana (Brito Neves, 1975), Província da Borborema, mais especificamente no subdomínio Complexo Canindé (Brasil, 1983).

Segundo Jacomine et al. (1975), dominam nesta área enormes superfícies de relevo plano a suave ondulado. Ocorrem também áreas de pediplanação pouco evoluídas que apresentam trechos com relevo ondulado.

O clima da região é do tipo BSsh' da classificação de Köppen – muito quente e semi-árido, tipo estepe. A temperatura média da região varia de 24 a 26 °C (Sergipe, 1985). As precipitações pluviais apresentam médias anuais variando de 450 a 550 mm e a evapotranspiração potencial é da ordem de 1760 mm anuais (Jacomine et al., 1975; Almeida, 1995).

A formação vegetal original da região é a caatinga hiperxerófila, que apresenta-se ora aberta e ora mais densa (Jacomine et al., 1975; Almeida, 1995).

Os trabalhos de campo envolveram uma visita à área do Projeto Xingó, onde foram selecionados e descritos os quatro perfis de solo, e coletadas amostras deformadas e indeformadas. A escolha dos quatro perfis baseou-se em um levantamento detalhado de solos feito anteriormente, tanto pela CODEVASF (2000) como pelo Estado de Sergipe (Sergipe, 1985). As descrições dos perfis e a coleta das amostras por horizonte foram feitas conforme as recomendações de Lemos & Santos (2002).

As análises físicas e químicas de caracterização foram realizadas segundo métodos recomendados pela Embrapa (1997). As análises físicas compreenderam: granulometria e argila dispersa em água, ambas pelo método do densímetro; densidade do solo, pelo método da proveta de 100 mL para os solos de textura areia e areia franca, e do torrão impermeabilizado com parafina para os demais; e densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico. A partir dos resultados obtidos das análises laboratoriais supracitadas foram calculados: o grau de floculação, a relação silte/argila e porosidade total. As determinações químicas foram: pH em água; complexo sortivo; acidez potencial por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e carbono orgânico total. A partir dos resultados analíticos de algumas dessas determinações foram calculados: soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), percentagem de saturação por bases (valor V) e percentagem de sódio trocável (PST).

A mineralogia das frações calhau e cascalho foi determinada em função das propriedades macroscópicas de acordo com Leinz & Campos (1979). A das frações areia grossa e areia fina, foi determinada sob lupa binocular, sendo os percentuais aproximados dos seus constituintes minerais obtidos com base na escala proposta por Terry & Chilingar (1955). Já a mineralogia das frações silte e argila foi determinada por difratometria de raios X, em amostras obtidas após pré-tratamentos para eliminação dos agentes cimentantes (carbonatos, matéria orgânica e óxidos de Fe), separadas da fração areia por peneiramento úmido e entre si por decantação, conforme métodos descritos por Jackson (1975). Após a separação das frações, subamostras foram saturadas com K e processadas

Tabela 1. Material de origem, situação dos solos na paisagem e coordenadas dos perfis de solos estudados**Table 1.** Parent material, landscape position and coordinates of soil profiles

Perfil	Material de origem	Posição no relevo	Coordenadas
P1	muscovita biotita granodiorito	topo	9°44'40" S e 37°48'52"W
P2	muscovita biotita granodiorito	Terço médio de encosta	9°43'38" S e 37°49'37"W
P3	Gnaisse	Terço inferior de encosta	9°42'38" S e 37°49'21"W
P4	Anfibolito	Terço superior	9°41'28" S e 37°49'31"W

Fonte: Delgado (2001); Sergipe (1985)

a temperatura ambiente (@ 25 °C) e após aquecimento por duas horas a 550 °C; e com Mg e solvatadas com glicerol. Os difratogramas foram obtidos utilizando-se difractorímetro Rigaku, operando a uma tensão de 40 kV, com corrente de 20 mA, com radiação de CuK α , filtro de Ni e uma velocidade de registro de 40 mm min⁻¹. Os difratogramas foram interpretados em função dos espaçamentos basais, do comportamento frente aos tratamentos e da forma e assimetria dos picos de difração (Jackson, 1975; Brown & Brindley, 1980; Whittig & Allardice, 1986; Dixon & Weed, 1989 e Moore & Reynolds Jr., 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos Morfológicos

A descrição morfológica dos perfis estudados é apresentada na Tabela 2 e ilustrada pela Figura 1. Observa-se que os perfis de Neossolos Regolíticos (P1 e P2) diferem entre si em profundidade efetiva (ocorrência do embasamento rochoso) e na profundidade de ocorrência do horizonte fragipã, com caráter solódico e sódico, que também funciona como uma barreira ao desenvolvimento vegetal e ao livre movimento de água em profundidade, sendo, portanto mais limitante no P2.

No Planossolo Nátrico vale destacar a acentuada diferença de textura, estrutura e consistência apresentada entre os horizontes E e Btn, que faz com que a separação entre tais horizontes seja facilmente perceptível no campo, sendo esta uma característica comum a outros Planossolos das áreas semi-áridas do Nordeste brasileiro (Jacomine et al., 1973; Jacomine et al., 1975; Oliveira et al., 1992). A presença de horizonte B plânico de natureza nátrica ocorrendo a pouca profundidade, associada à condição de semi-aridez com elevado déficit hídrico representa uma forte limitação à utilização desse solo com agricultura irrigada e mesmo com agricultura de sequeiro.

O Luvisso Crômico distingue-se dos demais solos da topossequência pela cor mais avermelhada, centrada no matiz 5YR, pela textura mais argilosa e pela estrutura mais desenvolvida, além de apresentar superfícies de compressão abundantes e moderadamente desenvolvidas, sendo estas também feições comuns a solos dessa classe ocorrentes em outras áreas semi-áridas do Estado de Sergipe (Jacomine et al., 1975) e do Nordeste (Oliveira et al., 2004b; Oliveira, 2007).

Atributos Físicos

A presença de calhaus e cascalhos é pouco expressiva na superfície e nos horizontes superficiais dos Neossolos Re-

golíticos aumentando nos horizontes próximos ao embasamento. Esta característica é uma indicação que os cascalhos e calhaus são provenientes da rocha do embasamento, sendo mais abundantes a maiores profundidades. Já no Planossolo e no Luvisso há uma maior participação de calhaus e cascalhos na superfície (Tabela 3), o que deve estar relacionado com a remoção preferencial dos finos, como tem sido sugerido por alguns autores para solos destas classes em outras áreas semi-áridas do Nordeste brasileiro (Luz, 1989; Oliveira et al., 2008).

Com relação à composição granulométrica, os Neossolos Regolíticos apresentaram elevados teores de areia (>700 kg l⁻¹) (Tabela 3), o que é comum aos solos desta classe (Oliveira

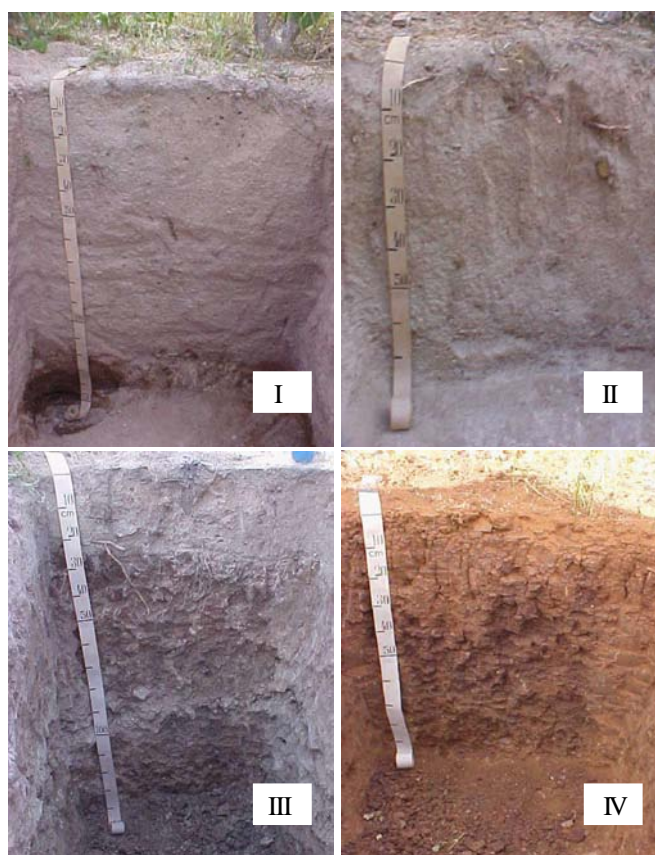


Figura 1. Fotografias dos perfis de solos. I-Perfil 1- Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico; II- Perfil 2- Neossolo Regolítico eutrófico léptico fragipânico sódico; III- Perfil 3 - Planossolo Nátrico órtico típico; IV- Perfil 4 - Luvisso Crômico órtico sálico sódico

Figure 1. Pictures of the soil profiles. I - Profile 1 - "Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico"; II- Profile 2- "Neossolo Regolítico eutrófico léptico fragipânico sódico"; III - Profile 3 - "Planossolo Nátrico órtico típico"; IV - Profile 4 - "Luvisso Crômico órtico sálico sódico"

Tabela 2. Descrição morfológica de perfis de solos do Projeto Xingó, município de Canindé do São Francisco (SE)**Table 2.** Morphological descriptions of soil profiles at Xingó Project, Canindé do São Francisco municipality (Sergipe State, BR)

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição
P1 – Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico A fraco		
Ap	0-11	bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); areia: grão simples e fraca, pequena a média granular; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.
C1	11-32	bruno (7,5YR 5/4, úmido), areia franca; fraca, pequena a média, granular e blocos subangulares; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana
C2	32-80	bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), areia franca; maciça, pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
Cn	80-135	bruno (10YR 5/3, úmido), areia-franca com cascalho; maciça pouco a moderadamente coesa; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (135-160cm).
Cxn	135-160	bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido), mosqueado comum, médio e distinto, bruno escuro (10YR 4/3, úmido), franco-arenosa cascalhenta; maciça coesa; poros comuns; muito dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
R	160+	embasamento rochoso
P2 – Neossolo Regolítico Eutrófico léptico fragipânico sódico A fraco		
Apn	0-13	bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido); areia-franca com cascalho; grão simples fraca pequena granular; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.
Cn1	13-42	bruno (10YR 5/3, úmido), areia-franca; fraca pequena a média blocos subangulares; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
Cn2	42-57	bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 úmido), areia-franca cascalhenta; maciça moderadamente coesa; muitos poros; ligeiramente duro, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.
Cxn	57-80	cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido), mosqueado comum, médio e distinto, bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido), franco-arenosa cascalhenta; maciça coesa; poucos poros; extremamente duro, muito firme; não plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
P3 - Planossolo Nátrico Órtico típico A moderado		
Ap	0-10	bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 5/3, seco); franco-arenosa; fraca pequena a média granular e blocos subangulares; muitos poros; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
E	10-27	bruno (10YR 5/3, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; muitos poros; muito dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
Btn	27-60	bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); franco-argilo-arenosa; moderada grande a muito grande prismática; poucos poros; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição gradual a plana.
BCn	60-83	bruno (10YR 5/3, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca média blocos angulares; poucos poros; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.
Cn/Crn	83-140	bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido); franco-argilo-arenosa; maciça; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
P4 - Luvisolo Crômico Órtico sálico sódico A moderado		
Apn	0-07cm	bruno-avermelhado (5 YR 4/3, úmido); franco-argilosa com cascalho; moderada, pequena a média blocos angulares, com partes maciças moderadamente coesa; poros comuns; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.
Btn	07-40	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido), argila; forte média a grande prismática, composta de forte a média blocos angulares; superfície de compressão moderada e abundante; poucos poros; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
BCnz	40-69	bruno-avermelhado (5YR 4/3 úmido), argila; fraca média a grande, prismática, composta de moderada, média a grande blocos angulares; superfície de compressão moderada e comum; poucos poros; extremamente duro, muito firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
Cnz	69-95	bruno (10YR 5/3, úmido), franco-argilosa; moderada, média blocos subangulares e angulares; poros comuns; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
Cr/R	95+	embasamento rochoso com partes intemperizadas

et al., 1992), com predomínio de areia grossa em relação a areia fina. Já os teores de silte e argila são baixos e aumentam gradativamente em profundidade, atingindo os maiores valores nos horizontes fragipânicos. Nestes horizontes os maiores teores de silte e argila devem estar relacionados aos processos de translocação vertical e lateral de tais frações, favorecidos pela elevada condutividade hidráulica dos horizontes subjacentes (Tabela 6), posição dos solos na paisagem e pela proximidade do embasamento rochoso; condições estas que, somadas ao regime de chuvas concentradas em poucos eventos, favorecem o acúmulo de água na base do perfil e sua redistribuição lateral ao longo da encosta, como foi observado por Oliveira Neto (1992). A movimentação lateral da água pode ainda ocorrer em virtude do suprimento de água decorrente de práticas de irrigação, como foi observado por Dantas (1996) e Souto Maior (1996).

Por outro lado, os outros solos apresentam maiores teores de silte e argila, especialmente nos horizontes Btn (Tabela 3), mas não chegam a apresentar mudança textural abrupta pelos critérios adotados no SiBCS (Embrapa, 2006). Oliveira et al. (2008), baseados em observações micromorfológicas, atribuíram a diferença textural entre horizontes superficiais e subsuperficiais de Luvisolos dos Sertões Pernambucano e Paraibano ao processo de remoção preferencial de argilas dos horizontes superficiais, que parece ser favorecido pelo regime climático da região semi-árida, pela escassa proteção oferecida pela vegetação durante a maior parte do tempo, especialmente no início do período chuvoso, e pela baixa condutividade hidráulica dos horizontes subsuperficiais, condições estas que favorecem o processo de escoamento superficial.

Tabela 3. Resultados das análises físicas de caracterização de solos do Projeto Xingó, município de Canindé do São Francisco (SE)**Table 3.** Results of physical analysis for soil characterization at Xingó Project, Canindé do São Francisco municipality, Sergipe State, Brazil

Horizontes	Frações da amostra total (%)			Composição Granulométrica (g kg ⁻¹)				Argila dispersa em água	Grau de flocculação	Silte Argila	Densidade (t m ⁻³)	Porosidade (%)	Atributos hídricos ⁽²⁾ (%)				
	Calhaus	Cascalhos	TFSA	Areia		Silte	Argila						%	Solo ⁽¹⁾	Partículas	CC	PMP
Símbolo	Prof. (cm)				Grossa	Fina											
P1 - Neossolos Regolítico Eutrófico fragipânico A fraco																	
Ap	0-11	1	3	96	449	416	71	64	44	31	1,10	1,71	2,60	34	4,33	1,58	2,75
C1	11-32	0	4	96	625	223	78	74	57	23	1,05	1,73	2,62	34	4,39	1,52	2,87
C2	32-80	2	4	94	674	167	78	81	65	20	0,97	1,77	2,64	33	5,75	1,86	3,88
Cn	80-135	12	13	75	608	180	110	102	89	13	1,07	1,81	2,60	30	6,38	2,33	4,05
Cxn	135-160	11	15	74	615	140	118	127	122	4	0,93	1,61	2,60	38	6,04	2,97	3,07
P2 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico fragipânico A fraco																	
Apn	0-13	1	12	87	668	186	86	59	49	17	1,46	1,81	2,59	30	4,70	1,36	3,34
Cn1	13-42	6	6	88	612	209	105	74	60	19	1,41	1,80	2,57	30	5,10	1,48	3,62
Cn2	42-57	4	18	78	638	170	113	79	67	15	1,43	1,89	2,61	28	5,90	2,42	3,48
Cxn	57-80	12	14	74	409	297	131	162	139	14	0,81	1,64	2,63	38	7,16	3,36	3,80
P3 - Planossolo Nátrico Órtico típico A moderado																	
Ap	0-10	4	2	94	393	256	157	194	54	72	0,81	1,48	2,55	34	11,78	4,47	7,32
E	10-27	5	4	91	481	195	127	197	60	70	0,64	1,55	2,51	38	11,20	4,32	6,88
Btn	27-60	6	3	91	352	167	147	334	134	60	0,44	1,86	2,56	27	17,32	9,46	7,86
BCn	60-83	13	4	83	311	208	184	297	247	17	0,63	1,83	2,58	29	18,03	10,15	7,88
Cn/Crn	83-140+	11	6	83	371	180	145	304	221	27	0,48	1,93	2,64	27	18,39	10,20	8,19
P4 - Luvissoilo Crômico Órtico sálico sódico A moderado																	
Apn	0-7	10	10	80	277	119	283	320	221	31	0,88	1,56	2,54	37	21,77	8,76	13,02
Btn	07-40	13	1	86	260	56	187	497	411	17	0,38	1,89	2,65	29	23,92	12,69	11,23
BCnz	40-69	9	1	90	288	50	211	450	58	87	0,47	1,75	2,63	33	25,23	13,02	12,21
Cnz	69-95	17	5	77	303	66	264	367	51	86	0,72	1,63	2,62	38	24,40	12,20	12,20

⁽¹⁾ Densidade do solo obtida por meio do método do torrão parafinado (Embrapa, 1997); ⁽²⁾ Umidade na base gravimétrica. Capacidade de Campo medida nas tensões de 10 kPa e 33 kPa, respectivamente, para solos de textura arenosa e média ou mais fina. Ponto de Murcha Permanente medido na tensão de 1.500 kPa

O grau de flocculação nos perfis de Neossolos Regolíticos é baixo e tende a diminuir em profundidade, onde o Na⁺ assume maiores proporções no complexo de troca e/ou os teores de matéria orgânica são mais baixos (Tabelas 3 e 4). No Planossolo o grau de flocculação segue a mesma tendência dos Neossolos. Já no Luvissoilo, o grau de flocculação diminui do horizonte Ap para o Btn, que apresenta maior PST, e aumenta a partir de então, mesmo com a PST sendo da mesma ordem

ou maior, em virtude dos maiores teores de sais solúveis (Tabelas 2 e 3).

Os valores de densidade do solo são elevados em todos os solos estudados, situando-se entre 1,48 e 1,89 kg dm⁻³, o que também tem sido observado para outros solos desta e de outras regiões semi-áridas do Brasil (Luz, 1989; Parayba, 1993; Almeida, 1995; Mota, 1997; Oliveira, 2007). De acordo com Oliveira (2007), o desenvolvimento da vegetação de ca-

Tabela 4. Resultados das análises químicas de caracterização de solos do Projeto Xingó, município de Canindé do São Francisco (SE)**Table 4.** Results of chemical analysis of soil characterization at Xingó Project, municipality of Canindé do São Francisco, Sergipe State, Brazil

Hor.	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							CTC	Valor V (%)	M (%)	PST (%)	C org. (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	Pasta saturada		
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺							pH (dS m ⁻¹)	CE (dS m ⁻¹)	θ (%)
P1 - Neossolos Regolítico Eutrófico fragipânico A fraco																		
Ap	5,5	4,5	0,8	0,1	0,09	0,02	1,1	0,1	0,5	1,6	68	4	1	8,16	0,13	6,6	0,2	19,4
C1	4,9	4,0	0,1	0,1	0,32	0,04	0,5	0,4	0,1	1,0	52	42	3	4,49	0,00	6,1	0,1	18,1
C2	4,7	4,0	0,1	0,1	0,34	0,04	0,6	0,5	0,0	1,1	53	47	3	2,42	0,00	5,6	0,1	17,9
Cn	4,7	4,0	0,1	0,1	0,26	0,11	0,5	0,5	0,0	1,0	50	50	11	3,31	0,00	5,5	0,4	31,7
Cxn	5,0	4,0	0,1	0,2	0,14	0,18	0,7	0,4	0,0	1,1	62	38	17	2,25	0,00	5,2	0,5	13,7
P2 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico fragipânico A fraco																		
Apn	5,5	4,5	0,5	0,1	0,10	0,21	0,9	0,6	0,0	1,3	69	38	16	5,32	0,00	6,83	0,9	17,7
Cn1	5,6	4,2	0,1	0,1	0,07	0,13	0,4	0,2	0,2	0,8	50	33	17	2,36	0,00	5,67	0,4	15,5
Cn2	5,9	4,4	0,1	0,1	0,06	0,10	0,4	0,3	0,0	0,6	66	43	17	0,59	0,00	6,23	0,3	14,7
Cxn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,45	0,5	18,0
P3 - Planossolo Nátrico Órtico típico A moderado																		
Ap	7,8	6,7	3,3	0,2	0,50	0,15	4,2	0,0	0,1	4,3	98	0	4	8,99	2,02	7,90	0,5	22,3
E	7,5	6,2	3,0	0,3	0,25	0,18	3,8	0,0	0,2	4,0	95	0	4	4,73	0,72	8,00	0,4	18,8
Btn	7,0	4,8	3,1	5,0	0,07	1,58	9,8	0,0	0,3	10,1	97	0	16	1,54	0,26	7,55	0,2	28,4
BCn	7,5	4,9	3,3	5,7	0,07	1,44	10,5	0,0	0,3	10,8	97	0	13	1,54	3,14	7,40	0,3	27,5
Cn/Crn	8,9	6,8	3,5	8,6	0,09	2,34	14,5	0,0	0,1	14,6	99	0	16	1,42	4,61	8,56	0,6	33,8
P4 - Luvissoilo Crômico Órtico sálico sódico A moderado																		
Apn	7,4	6,2	7,6	0,4	0,62	0,55	9,2	0,0	0,3	9,5	97	0	6	11,59	3,62	8,3	0,5	32,6
Btn	7,0	5,4	8,1	3,2	0,07	3,03	14,4	0,0	0,3	14,7	98	0	21	6,15	0,00	7,55	3,6	50,8
BCn	8,1	6,7	8,1	4,1	0,10	4,81	17,1	0,0	0,0	17,1	100	0	28	4,85	0,52	7,75	10,5	48,9
Cnz	8,1	6,9	7,3	3,8	0,10	3,30	14,5	0,0	0,0	14,5	100	0	23	3,07	1,67	7,57	14,0	44,9

atinga em solos cujos valores de densidade são tão elevados pode indicar superestimativa desses valores, mas pode também refletir a adaptação desta vegetação às condições edafoclimáticas reinantes na região, mesmo porque ela se desenvolve em condições que não são favoráveis aos cultivos agrícolas convencionais.

Com relação à retenção de umidade, a umidade retida no Planossolo e Luvissole é maior do que aquela retida nos Regossolos, em virtude dos maiores teores de argila naqueles solos (Tabela 3) e pela presença de argilominerais expansivos, que contribuem para uma maior retenção de umidade.

Atributos Químicos

As características químicas dos solos estudados também guardam uma estreita relação com o material de origem e com a posição do solo na paisagem. Assim, os Neossolos Regolíticos derivados dos granodioritos e que ocupam as posições mais elevadas da topossequência apresentaram reação mais ácida, baixos teores de cátions básicos trocáveis e baixa CTC (Tabela 4). Por outro lado, o Planossolo e o Luvissole derivados, respectivamente, de gnaiss e anfibolito, que ocupam posições rebaixadas do relevo, onde o processo erosivo tem sido mais evidente, apresentaram reação neutra à alcalina, teores mais elevados de cátions básicos e maior CTC (Tabela 4). A pobreza química dos Neossolos Regolíticos está relacionada ao material de origem inicialmente mais pobre em minerais fontes de cátions básicos, principalmente de Ca^{2+} e Mg^{2+} . A textura arenosa, com elevada condutividade hidráulica, também contribui para uma maior lixiviação dos cátions básicos do perfil, mesmo em condições climáticas supostamente desfavoráveis a este processo.

Os teores mais elevados de Ca^{2+} nos horizontes superficiais dos Neossolos Regolíticos devem estar relacionados à ciclagem de nutrientes pela vegetação e evidenciam a importância da adoção de práticas de manejo que favoreçam a manutenção e, ou o aumento dos teores de matéria orgânica para assegurar um melhor status de saturação por bases em tais solos.

Mineralogia

Nos Neossolos Regolíticos a quantidade de minerais primários alteráveis na fração areia, quando referidas à TFSA, e na fração cascalho referida à amostra total do solo, não atende ao mínimo de 4% adotado no SiBCS (EMBRAPA, 1999; 2006) para separar Neossolos Regolíticos dos Neossolos Quartzarênicos (Tabela 5). Entretanto, atendem ao requisito de apresentarem 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 200 cm de profundidade, com fragmentos de rocha semi-intemperizada ou saprolito, o que os enquadra como Neossolos Regolíticos.

Nestes solos, a pequena quantidade de minerais primários facilmente alteráveis nos horizontes sobrepostos aos horizontes fragipânicos sugere que eles experimentaram uma pedogênese que envolve não só a alteração dos minerais primários menos resistentes como também a remoção dos produtos de alteração, inclusive da argila, para além do *solum*. A remoção deve ser favorecida pela macroporosidade decorrente da textura arenosa que, mesmo sendo descontínua, permite a

drenagem da água de “lixiviação” resultante dos eventos de precipitação de elevada intensidade característicos da região, sendo ainda favorecida pela posição que tais solos ocupam nesta paisagem.

Por outro lado, no Planossolo e Luvissole a contribuição dos materiais de origem na composição mineralógica das frações grossas é observada não só pela abundância dos minerais menos resistentes em profundidade, como pela maior diversidade da assembléia mineralógica, em relação àquela apresentada pelos solos desenvolvidos dos granodioritos (Tabela 5).

O silte do Planossolo Nátrico é, essencialmente, composto por quartzo e feldspatos (calco-sódicos e potássicos) e mica (Figura 2), sendo que mica só foi positivamente identificada no horizonte Cn/Crn, no qual também há expressiva participação de mica na areia fina (Tabela 5). A presença de diferentes picos que identificam feldspatos indica que mais de um tipo deste mineral está presente (Brown, 1980), mas dada a constância e expressão dos picos entre 0,318 e 0,325nm e os picos 0,403 e 0,636nm pode-se especular que predominam os feldspatos calco-sódicos. Situação similar foi observada por Oliveira et al. (2004a), para solos planossólicos do Sertão de Pernambuco.

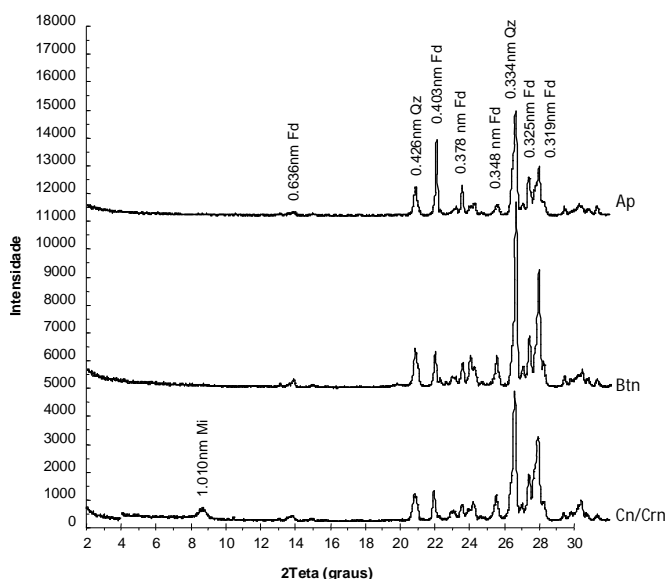


Figura 2. Difractogramas de raios X da fração silte, saturado com K e sem aquecimento, relativo ao Planossolo Nátrico (P3), evidenciando a presença de quartzo (Oz), feldspatos (Fd) e mica (Mi)

Figure 2. X-ray diffractograms of silt fraction, K saturated and without heating, of the Natric Planosol (P3), showing quartz (Oz), feldspar (Fd) and mica (Mi)

No silte do Luvissole Crômico foram identificados os mesmos minerais citados para o Planossolo, acrescidos de anfibólio, provavelmente hornblenda (Figura 3). Composição mineralógica semelhante foi observada por Luz (1989), em Luvissole do Sertão Central de Pernambuco; e por Almeida (1995) em Luvissoles do município de Canindé do São Francisco (SE), nas proximidades da área estudada. Mota (1995) encontrou expressiva participação de hornblenda em perfil de

Tabela 5. Mineralogia das frações calhaus, cascalho e areias de solos do Projeto Xingó, município de Canindé do São Francisco (SE)**Table 5.** Mineralogy of coarse fragments and sands of Xingó Project soils, municipality of Canindé do São Francisco (Sergipe State, BR)

Hor ⁽¹⁾	Frações ⁽²⁾			
	Calhaus	Cascalhos	Areia Grossa	Areia Fina
P1 - Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico A fraco				
Ap	-	2,7% Qz, 0,2% FR, 0,1% Fd	43,1% Qz, 0,9% Fd, 0,5% Mt, 0,4% Ep, FR, Bit, AA, MOp	39,1% Qz, 0,8% Fd, 0,4% Mt, 1,3% Ep, FR, Bit, AA, MOp
C1	-	3,4% Qz, 0,4% FR, 0,2% Fd	60% Qz, 1,3% Fd, 0,6% Mt, 0,6% FR, Bit, AA, MOp.	21,6% Qz, 0,3% Fd, 0,2% Mt, 0,2% Ep e MOp.
C2	2,0% FR (Qz) ⁽³⁾	3,3% Qz, 0,5% FR, 0,2% Fd	64,7% Qz, 1,4% Fd, 1,3% Mt, FR, Bit, AA, MOp	16,2% Qz, 0,5% Fd, Mt, FR, Bit, AA, MOp
Cn	12,0% FR (Qz)	10,4% Qz, 2,2% FR, 0,8% Fd	58,4% Qz, 1,2% Fd, 1,2% Mt, FR, Bit, AA, MOp	17,4% Qz, 0,6% Fd, Mt, FR, Ep, AA, MOp
P2 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico fragipânico sódico A fraco				
Apn		9,6% Qz, 1,8% FR, 0,6% Fd	59,7% Qz, 1,2% Fd, 0,6% Mt, AA, MOp	18,2% Qz, 0,4% FR, Fd, Mt, AA, MOp
Cn1	6,0% FR (Qz)	4,8% Qz, 0,9% FR, 0,3% Fd	59,4% Qz, 1,2% Fd, 0,6% Mt, AA, MOp	20,5% Qz, 0,4% Fd, Mt, Ep, AA, MOp
Cn2	3,8% FR (Qz), 0,2% de FR (Qz ± Fd ± Mt ± Bit ± MOp)	12,6% Qz, 4,1% FR, 1,3% Fd	61,3% Qz, 1,3% Fd, 1,2% FR, Mt, AA, MOp.	16,5% Qz, 0,5% FR, Fd, Mt, Ep, AA, MOp.
Cxn	10,8% FR (Qz), 1,2% FR (Qz±Fd±Mt±Bit±MOp)	9,1% FR, 4,2% Qz, 0,7% Fd	20,5% Qz, 16,4% FR (Qz± Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 2,0% Fd e 2,0% Mt	17,5% Mt e Bit, 11,9% Qz e 0,3% Fd, FR, MOp
P3 - Planossolo Nátrico Órtico típico A moderado				
Ap	4,0% FR (Qz)	1,0% Qz, 0,9% FR (Qz ± Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 0,1% Fd	37,3% Qz, 0,8% Fd e 1,2% Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af	24,8% Qz, 0,8% Fd, Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af.
E	5,0% FR (Qz)	2,0% Qz, 1,8% FR ± Fd ± Mt ± Bit ± MOp, 0,2% Fd	46,2% Qz, 0,5% Fd e 1,4% Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af	19,1% Qz e 0,4% Fd, Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af
Btn	6,0% FR (Qz)	1,5% FR (Qz ± Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 1,4% Qz, 0,1% Fd.	33,8% Qz, 0,4% Fd, 1,0% Mt, Bit, Mag, FR, Ep, /AA, MOp e Af	16,2% Qz e 0,5% Fd, Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af
BCn	11,7% FR (Qz ± Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 1,3% FR (Qz, Fd, Mt e Bit)	2,4% de FR (± Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 1,4% Qz, 0,2% Fd	29,9% Qz, 0,3% Fd, 0,9% Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af	20,2% Qz e 0,6% Fd, Mt, Bit, Mag, FR, Ep, AA, MOp e Af
Cn	5,5% FR (Qz com Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 5,5% FR (Qz, Fd, Mt e Bit)	4,2% FR (Qz ± Fd ± Mt ± Bit ± MOp), 1,2% Qz, 0,6% Fd.	31,5% Qz, 1,9% FR compostos de Qz ± Fd ± Mt ± MOp, 1,9% Fd, 0,7% Mag, 0,4% de Mt, 0,4% Bit e 0,3% MOp, AA e Af	9,9% Qz, 7,2% Bit e Mt, 0,2% FR, 0,7% Fd e traços MOp, AA e Af
P4 - Luvissole Crômico Órtico sódico A moderado				
Apn	7,0% FR (Qz ± Fd ± Bit ± MOp), 3,0% FR (Qz)	7,0% FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt ± MOp), 2,0% Qz, 1,0% Fd	24,1% Qz, 0,8% FR, 0,6% Fd, 0,6% MOp, 0,6% CMn, 0,3% Mt, 0,3% Bit, 0,3% AA, 0,1% Mag, Zi e Ep.	11,3% Qz, 0,2% MOp, 0,1% Mt, 0,1% Bit e 0,2% FR, Fd, CMns, AA, Mag, Zi e Ep
Btn	9,8% FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt), 3,2% FR (Qz)	0,8% FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt ± MOp), 0,2% Qz e traços de Fd	22,1% Qz, 1,3% FR, 0,5% MOp, 0,3% Fd, 0,3% CM, 0,3% Mt, 0,2% Bit e 1,0% AA, Mag, Zi, Lm/Gh	5,1% Qz, 0,2% MOp, 0,1% Mt, 0,1% Bit e 0,1% FR, Fd, CMns, AA, Mag, Zi e Ep
BCnz	6,8% FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt ± MOp), 2,2% FR (Qz)	0,9% FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt, ± MOp), 0,1% Qz e traços de Fd	24,5% Qz, 1,4% FR, 0,6% AA, 0,6% MOp, 0,3% Fd, 0,3% CMn, 0,3% Mt, 0,3% Bit, 0,5% Mag, Zi, Lm/Gh	4,6% Qz, 0,1% MOp, 0,1% Mt, 0,1% Bit e 0,1% FR, Fd, CMn, AA, Mag, Zi e Ep.
Cnz	11,9% FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt ± MOp), 5,1% FR (Qz)	4,5% de FR (Qz ± Fd ± Bit ± Mt ± MOp), 0,5% Qz e traços de Fd.	21,2% Qz, 6,1% FR, 0,9% MOp, 0,6% Fd, 0,6% CMn, 0,3% Mt, 0,3% Bit e 0,3% AA, Mag, Zi, Lm/Gh	5,9% Qz, 0,2% MOp, 0,1% CMns, 0,1% FR, 0,1% Mt e 1% Fd, Bit, AA, Lm/Gh, Mag, Zi e Ep.

⁽¹⁾ Hor= horizontes; ⁽²⁾ A mineralogia dos calhaus e cascalho expressa como percentual total do solo e das areias como percentual da FTSA. AA=agregado de argila, Bit= biotita, CMn= concreção manganosa, Ep= epidoto, Fd= feldspato, Mag= magnetita, MOp= minerais opacos, Lm/Gh= limonita/goethita, Qz= quartzo, Zi= zircão; ⁽³⁾ Composição principal

Luvissole do município de Canindé (CE), representando entre 20 e 47% do silte grosso e entre 12 e 34% do silte fino.

No Planossolo Nátrico a argila é composta por esmectita, mica, caulinita e feldspatos (Figura 4). Quartzo, supostamente em quantidades muito pequenas visto que os picos são pouco intensos em relação aos dos outros minerais, foi também identificado no horizonte Ap. A presença de feldspatos nesta fração evidencia o pouco desenvolvimento pedogenético deste solo, e deve ser produzido pela quebra de partículas maiores, principalmente do silte. Os picos da esmectita, comparativamente aos das micas, são mais intensos e mais agudos no horizonte Cn/Crn, diminuindo em intensidade e tornando-se mais largos em direção a superfície, o que indica a diminuição nos teores deste argilomineral da base para o topo do perfil.

Por outro lado, a maior participação de mica no horizonte superficial, como evidenciado pela maior intensidade dos pi-

cos de 1,010 e 0,333 nm, pode ser atribuída a possível reversão das fases intermediárias e, ou dos expansivos pela fixação de K durante a estação seca (Nettleton et al., 1973; Singer, 1989). O potássio necessário a estabilização/reversão das micas pode ser originado da intemperização de outros minerais que o contêm (feldspatos, por exemplo), da biociclagem desse elemento pela vegetação (Trice et al., 1996), de aportes externos (adubações e águas de irrigação ou de surgente) ou da ascensão capilar de sais de potássio durante a estação seca. Em todo caso, os teores de K⁺ trocável são muito mais elevados neste horizonte do que nos demais (Tabela 3).

No Luvissole Crômico, a argila do horizonte Czn é constituída predominantemente por esmectita, caulinita, vermiculita e mica (Figura 5). O horizonte Btn apresenta composição mineralógica similar à do Czn, mas, com maior participação de vermiculita, como evidenciado pela maior intensidade do pico

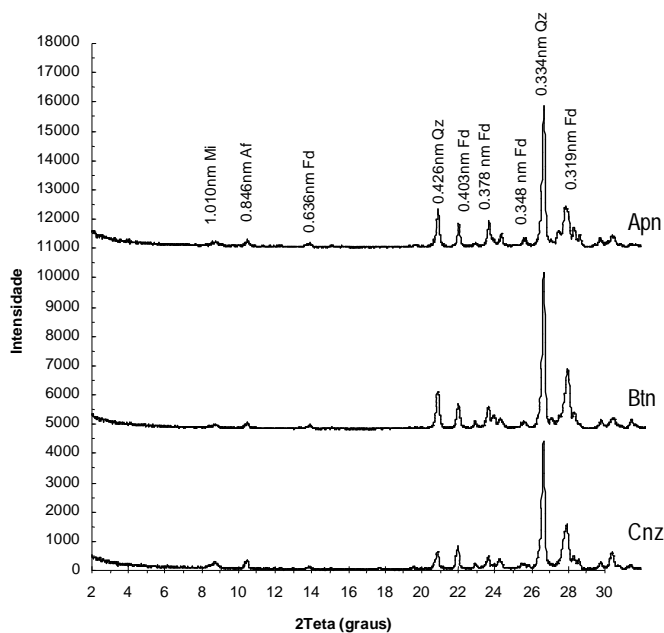


Figura 3. Difratogramas de raios X das amostras saturadas com K, sem aquecimento, da fração silte relativos ao Luvisolo Crômico (P4), evidenciando a presença de quartzo (Qz), feldspatos (Fd), micas (Mi) e anfibólios (Af)

Figure 3. X-ray diffractograms of silt fraction, K saturated and without heating, of the Cromic Luvisol (P3), showing quartz (Qz), feldspar (Fd), mica (Mi) and amphibole (Af)

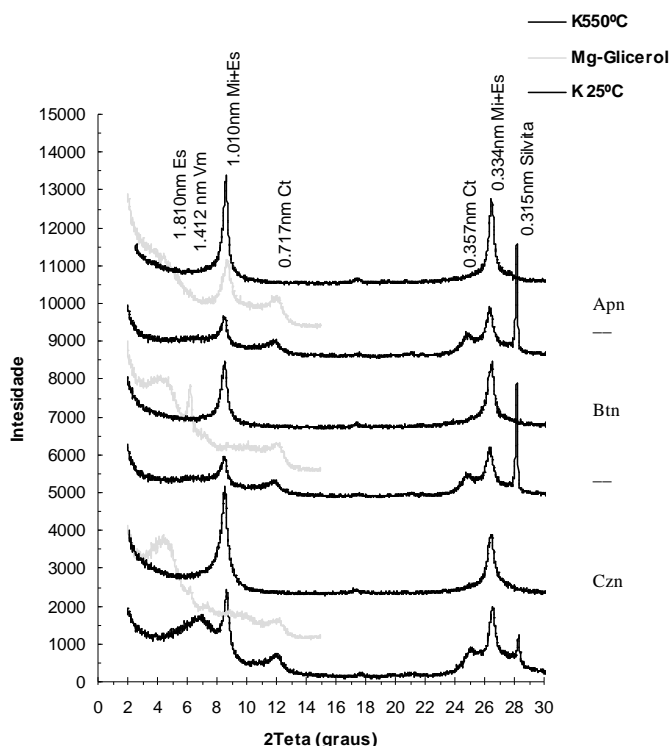


Figura 5. Difratogramas de raios X relativos à fração argila do Luvisolo Crômico (Perfil 4), evidenciando a presença de esmectita (Es), vermiculita (Vm), micas (Mi) e caulinita (Ct)

Figure 5. X-ray diffractograms of clay fraction of the Cromic Luvisol (P4), showing smectite (Es), Vermiculite (Vm), mica (Mi) and kaolinite (Ct)

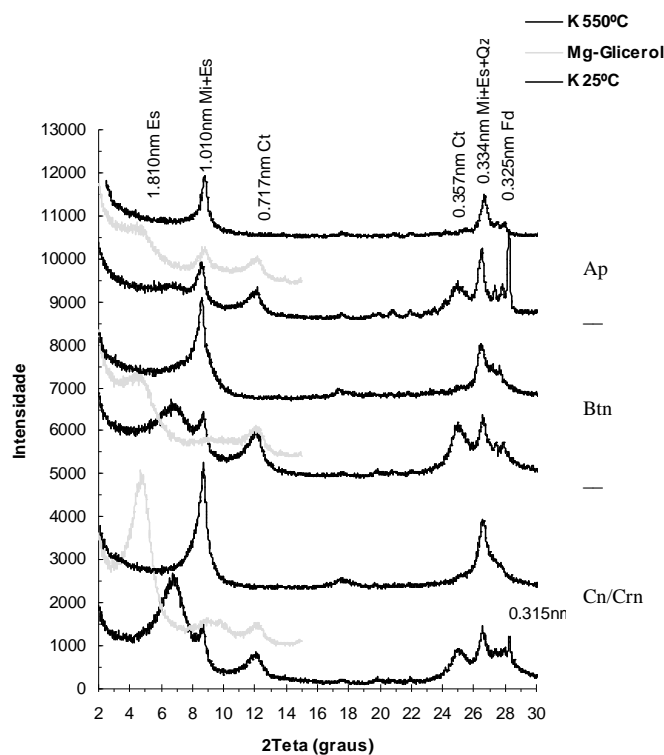


Figura 4. Difratogramas de raios X relativos à fração argila do Planossolo Nátrico (P3), evidenciando a presença de esmectita (Es), micas (Mi), caulinita (Ct), feldspatos (Fd) e quartzo (Qz)

Figure 4. X-ray diffractograms of clay fraction of the Natric Planosol (P3), showing smectite (Es), mica (Mi), kaolinite (Ct), feldspar (Fd) and quartz (Qz)

de 1ª ordem e por sua maior relação vale/pico. Enquanto o horizonte Apn é constituído por micas, esmectita e caulinita. Aqui os picos de mica são bem mais intensos e agudos, revelando a maior participação desse argilomineral, sendo também aplicáveis as mesmas considerações feitas para o Planossolo Nátrico. Composição mineralógica semelhante foi observada por Almeida (1995).

A silvita presente nestes perfis é um artefato produzido durante a preparação das lâminas, devido a não completa eliminação do KCl utilizado para saturar as amostras com potássio.

Distribuição dos Solos na Paisagem

As características dos solos estudados e seu o padrão de distribuição e ocorrência refletem uma marcante influência dos materiais de origem e do relevo onde ocorrem. Assim, os Neossolos Regolíticos mais profundos estão relacionados às posições de topo e terço superior da encosta, os mais rasos estão normalmente relacionados ao terço médio, enquanto os Planossolos estão relacionados ao terço inferior das elevações. Situação semelhante foi descrita por Oliveira Neto (1992) para os solos do Agreste de Pernambuco. Os Planossolos podem estar presentes em mais de uma unidade geológica da área estudada, como a unidade Novo Gosto e a dos Granitóides Diversos. Já os Luvisolos são encontrados em varias posições topográficas e tipos de relevo, variando apenas a profundidade dos perfis. Os mais desenvolvidos localizam-se em relevo plano a suave ondulado e os menos desenvol-

vidos em relevo suave ondulado a ondulado, o que pode influenciar grandemente na quantidade de água que infiltra no solo e o escoamento superficial (CODEVASF, 2000).

Desta forma, o Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico, representa os solos dos topos, com relevo praticamente plano, com declividades entre 0 e 3%, desenvolvidos sobre muscovita biotita granodiorito. O Perfil 2 está relacionado com relevo suave ondulado com declividades na faixa de 2,5 a 5,0% desenvolvido sobre a mesma rocha do perfil anterior.

O Perfil 3, Planossolo Nátrico, representa os solos em relevo suave ondulado com declividades na faixa de 2,5 a 5,0%, desenvolvido a partir de gnaisses. O Perfil 4, Luvissoilo Crômico, é um solo desenvolvido em relevo suave ondulado e com declividade na faixa de 2,5 a 5,0%, tendo como material de origem o anfíbolito.

Aptidão dos Solos para Irrigação

A irrigabilidade de um solo depende de propriedades relacionadas com o movimento e a retenção de água como a textura, profundidade até o contato lítico ou barreira, capacidade de retenção e disponibilidade de água, além de outros atributos químicos, como CTC, PST e condutividade elétrica, que podem contribuir para o desenvolvimento dos processos de salinização e/ou sodificação.

O Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico (P1) pode ser considerado irrigável, apresentando alta condutividade hidráulica saturada (Tabela 6), conforme critérios citados por Reichardt (1987), o que facilita a percolação de água e lavagem de sais por acaso existentes. Além disso, o risco de formação de lençol freático a uma altura que prejudique o sistema radicular das plantas é praticamente nulo, pois o mesmo possui uma profundidade de 135 cm até a barreira, alta permeabilidade e relevo suave ondulado, favorecendo a drenagem lateral subsuperficial da área. Aliado a isto, este solo possui, em média 800 g kg⁻¹ de areia e 650 g kg⁻¹ de areia grossa, o que faz com que a ascensão capilar seja pequena, pois o mesmo quase não possui microporosidade. Segundo Oliveira (2001), a altura da ascensão capilar nestes solos seria de apenas 20 cm acima do lençol freático.

Tabela 6. Condutividade hidráulica saturada de solos do Projeto Xingo, município do Canindé do São Francisco (SE)

Table 6. Saturated hydraulic conductivity of soils of the Xingó Project, municipality of Canindé do São Francisco (Sergipe State, BR)

Perfil	Profundidade (cm)	Condutividade Hidráulica (cm/h)
1	36	183,60
1	155	10,80
2	60	0,34
3	26	9,60
3	60	0,00
4	30	0,36
4	80	0,07

Por outro lado, a água disponível, a retenção de umidade e a fertilidade destes solos são muito baixas, necessitando, portanto, de um maior nível de tecnologia para possibilitar condições favoráveis para o desenvolvimento das culturas.

O Neossolo Regolítico Eutrófico léptico fragipânico foi considerado inapto para a agricultura irrigada, devido principalmente a sua pequena profundidade efetiva, o que acarretaria possível formação de lençol freático próximo à superfície, além de uma ascensão de sais de sódio, até a área de absorção das raízes.

O Planossolo Natrico Órtico típico também foi considerado inapto para a utilização com agricultura irrigada, devido à ocorrência do horizonte B plânico de baixíssima condutividade hidráulica a 27 cm da superfície do solo, o que possibilitaria a formação de um lençol suspenso raso, além da grande suscetibilidade a erosão. Conforme destacado por Oliveira (2001), quando o horizonte B está a pouca profundidade e é precedido por uma transição abrupta constituindo uma barreira, nos períodos chuvosos, os horizontes suprajacentes podem ficar completamente saturados, aumentando o escoamento superficial e a suscetibilidade à erosão.

As características químicas e físicas do Luvissoilo Crômico Órtico sálico sódico restringem a possibilidade de uso com agricultura irrigada. Apesar de sua alta fertilidade natural, com altos teores de cálcio e magnésio trocáveis, o mesmo possui caráter sódico em todos os horizontes, excetuando o Ap, e sálico nos dois últimos. Estas características associadas a uma condutividade hidráulica muito baixa (Tabela 6) tornam este solo inapto à agricultura irrigada.

CONCLUSÕES

Os Neossolos Regolíticos e o Planossolo Nátrico estudados foram adequadamente classificados na nova aproximação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos até o quarto nível categórico (subgrupos).

Sugere-se a criação do subgrupo Luvissoilo Crômico Órtico sálico sódico para incluir os Luvissoilos Crômicos Órticos que apresentam caráter sálico e sódico em um ou mais horizontes dentro de 150cm da superfície.

Apenas o Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico, que ocupa as posições mais elevadas do relevo, foi considerado apto para utilização com agricultura irrigada.

Os demais solos estudados foram considerados inaptos para agricultura irrigada por apresentarem características desfavoráveis a esse uso, incluindo baixa condutividade hidráulica, pequena profundidade efetiva e caráter sódico e/ou sálico.

LITERATURA CITADA

- Almeida, B.G. Avaliação do manejo com irrigação em solos Bruno Não Cálcico do Estado de Sergipe. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995. 117p. Dissertação Mestrado.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983. 856p.

- Brito Neves, B.B. de. Regionalização geotécnica do Pré-Cambriano Nordestino.. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 198p. Tese Doutorado.
- Brown, G. Associated minerals. In: Brindley, G.W; Brown, G. (Eds.). London: Mineralogical Society, 1980. p.361-410.
- Brown, G.; Brindley, G.W. X-ray Diffraction Procedures for clay mineral Identification In: Brindley, G.W; Brown, G. London: Mineralogical Society, 1980 chapter 5, p. 305-360.
- Companhia do Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF. Projeto Xingó, estudos de pré-viabilidade. Porto Alegre: ECOPLAN/CODEVASF, 2000. 446p.
- Dantas, J.A. Averiguação dos efeitos da irrigação em solos podzólicos do submédio São Francisco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996. Dissertação Mestrado.
- Delgado, M.I. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM, 2001. 156p.
- Dixon, J. B.; Weed, S. B. Minerals in soil environments. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1989. 1244 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- 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/Sudene, 1973. 359p.
- Jacomine, P.K.T.; Montenegro, J.O.; Ribeiro, M.R.; Formiga, R.A. Levantamento Exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Sergipe. Recife. Embrapa, 1975. 506p.
- Jackson, M.L. Soil chemical analysis: Advanced course. 29ed. Madison, 1975. 895p.
- Leinz, V.; Campos, J.E.S. Guia para determinação de minerais. 8ed. São Paulo: Nacional, 1979. 149p.
- 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. 83p.
- Luz, L.R.Q.P. Pedogênese em uma topossequência do Semi-Árido de Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1989. 96p. Dissertação Mestrado.
- Moore, D. M.; Reynolds, R.C. X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerals. Oxford: Oxford University Press, 1989. 332 p.
- Mota, F.O.B. Mineralogia de solos da região semi-árida do estado do Ceará. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 145p. Tese de Doutorado.
- Nettleton, W.D.; Nelson, R.E.; Flach, K.W. Formation of mica in surface horizons of dry land soils. Soil Science Society of America Journal, v.37, n.3, p.473-478, 1973.
- Ntim, B. & Irvine, D. Soil and groundwater pollution from agricultural activities. Paris: UNESCO, 1998. 15p.
- Oliveira, J. B. Pedologia Aplicada. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414 p.
- Oliveira, J.B.; Jacomine, P. K. T.; Camargo, M. N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- Oliveira, L.B. Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido do Nordeste brasileiro. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2007. 169p. Tese de Doutorado.
- Oliveira, L.B.; Fontes, M.P.F.; Ribeiro, M.R.; Ker, J.C. Micromorfologia e gênese de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido brasileiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.6, p.2407-2423, 2008.
- Oliveira, L.B.; Ribeiro, M. R.; Ferraz, F. B.; M. Ferreira; G. V. X.; Mermut, A. R. Mineralogia, micromorfologia e gênese de solos planossólicos do Sertão do Araripe, Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, n.4, p.665-678, 2004a.
- Oliveira, L.B. Ribeiro, M.R.; Ker, J.C.; Fontes, M.P.F.; Lani, J.L. Solos brunos não cálcicos do nordeste brasileiro: revisão das características e de sua classificação no sistema brasileiro de classificação de solos. In: Mendonça, E.S.; Xavier, F.A.S.; Libardi, P.L.; Assis Jr., R.N.; Oliveira, T.S. (Orgs.). Solo e água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino. Fortaleza: UFC, 2004b. p.325-346.
- Oliveira Neto, M.B. Pedogênese de uma topossequência no agreste de Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992. 142p. Dissertação Mestrado.
- Parahyba, R.B.V. Gênese de solos planossólicos do Agreste de Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1993. 152p. Dissertação Mestrado.
- Reichardt, K.; A água em sistemas agrícolas. Manole: São Paulo, 1990. 188p.
- Sergipe. Projeto de irrigação da Fazenda Cuiabá, estudos pedológicos para a fazenda Califórnia e estudos pedológicos complementares para a fazenda Cuiabá. Salvador. HYDROS/SUDAP, 1985.138p.
- Souto Maior, F.C. Podzólicos plínticos e os efeitos do cultivo de uva com irrigação no sub-médio São Francisco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996. 107p. Dissertação Mestrado.
- Singer, A. Illite in the hot-aridic soil environmental. Soil Science, v.147, n.2, p.123-133, 1989.
- Terry, R. D.; Chilingar, G. V. Comparison charts for visual estimation of percentage composition. Journal of Sedimentary Petrology, v.25, n.3, p.229-234, 1955.
- Trice, K.R.; Graham, R.C.; Wood, H.B. Transformations of 2:1 phyllosilicates in 41-year-old soils under oak or pine. Geoderma, v.70, n.1, p.49-62, 1996.
- Whittig, L.D.; Allardice, W.R. X-ray diffraction techniques. In: Klute, A. (Ed.). Methods of soil analysis. Part 1. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.331-362.