

LUIZ AUGUSTO COSTA FERNANDES

**SOLOS DO PROJETO XINGÓ: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO COM
AGRICULTURA IRRIGADA**

Recife
2005

LUIZ AUGUSTO COSTA FERNANDES

**SOLOS DO PROJETO XINGÓ: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO COM
AGRICULTURA IRRIGADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador:

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Conselheira:

Sheila Maria Bretas Bittar, Dra

Recife

2005

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE



CDD 631.44

- I. Ribeiro, Mateus Rosas
- II. Título

LUIZ AUGUSTO COSTA FERNANDES

**SOLOS DO PROJETO XINGÓ: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO COM
AGRICULTURA IRRIGADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Aprovada em

Examinadores:

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

(orientador)

Paulo Klinger Tito Jacomine, LD.

José Coelho de Araújo Filho, Dr.

Sheila Maria Bretas Bittar, Dra

Esta dissertação é dedicada
a minha esposa Alessandra e a meus dois filhos
João Pedro e Giovanna, pela compreensão e apoio nas horas
difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força e perseverança para concluir este trabalho;
Agradeço a minha esposa Alessandra e a meus filhos pela compreensão nas horas de ausência e aflição;
Agradeço a meus pais pelo apoio na hora que precisei;
Ao meu amigo Flavio Adriano Marques pela grande ajuda;
Ao meu amigo Lindomário pela ajuda na interpretação dos difatogramas;
Ao Professor Matheus Rosas Ribeiro pelos conhecimentos a mim transferidos;
Ao meu amigo José Fernando, pela grande ajuda no decorrer deste trabalho;
Aos colegas e funcionários da UFRPE, pelo coleguismo e amizade.

SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO.....	vii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 O Degradação de Solos pela Irrigação	03
2.2 O meio físico da área de estudo.....	04
2.2.1 Localização	04
2.2.2 Geologia	05
2.2.3 Relevo	07
2.2.4 Clima	08
2.2.5 Vegetação e uso atual.....	11
2.2.6 Solos	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Trabalhos de Campo.....	14
3.2 Trabalhos Laboratoriais.....	16
3.2.1 Preparo das amostras	16
3.2.2 Análises Físicas	17
3.2.3 Análises Químicas.....	19
3.2.4 Análises Mineralógicas.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Classificação dos Solos.....	23
4.2 Distribuição dos Solos na Paisagem	25
4.3 Aspectos Morfológicos	25
4.4 Atributos Físicos.....	32
4.5 Atributos Químicos	39
4.6 Atributos Mineralógicos	45
4.6.1 Calhau e cascalho.....	45
4.6.2 Areias	46
4.6.3 Silte	47
4.6.4 Argila	49
4.7 Aptidão dos solos para irrigação	52

5 CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES	55
6 BIBLIOGRAFIA	57
ABSTRACT	61
ANEXOS	62

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	04
Figura 2.	Representação esquemática das unidades geológicas da área de estudo (CODEVASF,2000).....	06
Figura 3.	Representação do relevo da área de estudo.....	07
Figura 4.	Representação esquemática da posição dos perfis no modelado..	08
Figura 5.	Campo secundário com pastagem plantada e nativa.....	12
Figura 6.	Campo secundário com cultivo de palma forrageira.	12
Figura 7.	Permeâmetro de Guelph montado no campo. (perfil1).	16
Figura 8.	Perfil 1 – Neossolo Regolítico Psamítico solódico.....	27
Figura 9.	Perfil 2 – Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico	29
Figura 10.	Perfil 3 –. Planossolo Natrico Órtico típico A fraco	30
Figura 11.	Perfil 4 – Luvisolo Crômico Órtico sódico sálico A fraco.....	31
Figura 12.	Difratogramas de raios X as amostras saturadas com K, sem aquecimento, da fração silte relativos ao Planossolo Natrico (Perfil 3).....	47
Figura 13.	Difratogramas de raios X das amostras saturadas com K, sem aquecimento, da fração silte relativos ao Luvisolo Crômico(Perfil 4),	48
Figura 14.	Difratogramas de raios X relativos a fração argila do Planossolo Natrico (Perfil 3),	50
Figura 15.	Difratogramas de raios X relativos a fração argila do Luvisolo Crômico(Perfil 4),	51

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Precipitação média anual no município de Canindé de São Francisco.....	09
Tabela 2. Classificação dos solos do Projeto Xingó(SE) segundo o SiBCS (EMBRAPA,1999) acrescido das sugestões	24
Tabela 3. Análises físicas de caracterização do perfil 1 e 2 de Neossolos Regolíticos.....	34
Tabela 4. Análises físicas de caracterização do perfil 3 – Planossolo Natrico Órtico típico A fraco	36
Tabela 5. Análises físicas de caracterização do perfil 4 – Luvissole Crômico Órtico sódico sálico A fraco.....	38
Tabela 6. Análises química de caracterização do perfil 1 e 2 de Neossolos Regolíticos	40
Tabela 7. Análises química de caracterização do perfil 3 de Planossolo Natrico Órtico típico A fraco.....	42
Tabela 8. Análises química de caracterização do perfil 4 de Luvissole Crômico Órtico sódico sálico A fraco.....	44
Tabela 9. Condutividade hidráulica saturada dos solos do projeto Xingó.....	52

RESUMO

FERNANDES, Luiz Augusto Costa, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Março de 2005. SOLOS DO PROJETO XINGÓ: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO COM AGRICULTURA IRRIGADA. Orientador: Mateus Rosas Ribeiro. Conselheira: Sheila Maria Bretas Bittar.

Na área do Sertão Sergipano, em virtude do clima semi-árido, os estudos de solos voltados para irrigação são de suma importância para o desenvolvimento da agricultura local. Com este propósito foram caracterizados e classificados quatro perfis de solos ao longo de uma topossequência característica desta área, sendo dois perfis de Neossolos Regolíticos, um perfil de Planossolo e um perfil de Luvisolo. O objetivo foi avaliar o potencial para uso com agricultura irrigada e gerar informações para o aprimoramento do SiBCS. Os solos foram caracterizados do ponto de vista morfológico, físico, químico e mineralógico. O primeiro perfil, classificado como Neossolo Regolítico Psamítico solódico, é um solo profundo, ligado às posições mais elevadas do relevo. O mesmo foi considerado apto ao uso com agricultura irrigada devido a seu baixo risco de ocorrência de encharcamento e salinização, mesmo apresentando baixa fertilidade natural e baixa retenção e disponibilidade de água. O segundo perfil foi classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico, estando relacionado com às posições intermediárias do relevo. Possui baixa fertilidade natural e foi considerado inapto para uso com agricultura irrigada devido, principalmente, a sua pouca profundidade efetiva, acarretando um risco de formação de lençol freático próximo a superfície. O terceiro perfil classificado como Planossolo Nátrico Órtico típico, esta relacionado às partes baixas do relevo e foi considerado inapto ao uso com agricultura irrigada, devido a presença de barreira próximo a superfície (27cm), o que possibilitaria a formação de lençol freático e ascensão de sais, já que os horizontes inferiores possuem o caráter sódico, além da grande susceptibilidade à erosão. O quarto perfil foi classificado como Luvisolo Crômico Órtico sódico sálico, e tem sua ocorrência ligada às rochas da unidade Mulungu. Este perfil foi considerado inapto para agricultura irrigada, devido a sua baixa condutividade hidráulica e seu caráter sódico e sálico, apesar de possuir alta fertilidade natural. O Neossolo Regolítico (perfil 1), foi classificado adequadamente pelo SiBCS, enquanto que o Planossolo, ao nível de ordem, e o Luvisolo e o Neossolo Regolítico (perfil2), ao nível de sub-grupo, não puderam ser enquadrados. Sugere-se, portanto, uma modificação na definição do

horizonte B plânico e a inclusão do subgrupo sálico sódico no quarto nível categórico, do grande grupo dos Luvisolos Crômicos órticos e do subgrupo fragipânico sódico léptico no grande grupo dos Neossolos Regolíticos Eutróficos.

1 INTRODUÇÃO

A capacidade do mundo de alimentar a população humana tem assumido grande importância nos últimos 200 anos (Sanchez, 1976). Com a explosão populacional, que teve início nos anos 50, cresceu ainda mais a necessidade de se aumentar a produção de alimentos para suprir as necessidades da população atual. Este aumento da produção de alimentos forçou a agricultura a ser mais eficiente, aproveitando de melhor forma os recursos naturais, aumentando assim, a sua produtividade. Esta maior eficiência veio, principalmente, por meio de técnicas de manejo mais modernas e uso mais eficiente e difundido da agricultura irrigada (FAO, 1977).

A irrigação, durante os 30 anos passados, tem sido uma técnica de grande importância na produção de alimentos, especialmente em países em desenvolvimento. Metade das áreas irrigadas no mundo estão localizadas 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, 1998).

Na região nordeste do Brasil, a irrigação teve início nas faixas de solos aluviais, que foram degradados em consequência de processos de salinização e sodificação, gerados pela absoluta falta de tecnologia. A necessidade da expansão das áreas irrigadas e a implantação de grandes projetos agro-industriais, levou a procura de solos profundos sem problemas de drenagem interna. Os Latossolos e os Argissolos desenvolvidos de coberturas pedimentares que recobrem o cristalino de grande parte do nordeste semi-árido, constituem as maiores áreas de solos irrigados da região (Almeida, 1995).

A escassez de novas áreas, e a necessidade de ampliação da irrigação ao longo do São Francisco, forçou a busca de solos alternativos, 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 a

disponibilidade de água da barragem Xingó o projeto constitui uma das poucas áreas com potencialidade para irrigação no local. O projeto tem grande importância para o desenvolvimento sócio-econômico da área, onde a agropecuária até então é a principal atividade, devido aos rigores das secas que periodicamente assolam a região.

O estudo desta área é de suma importância para que se possa minimizar os efeitos degradativos da irrigação nestes solos. Áreas de baixa pluviosidade, alta evapotranspiração com solos de textura e profundidade inadequada, podem levar a um processo de acúmulo de sais, salinização e sodificação, em médio e longo prazo.

Considerando que a utilização dos solos deva ser planejada e controlada, com a finalidade de preservar sua produtividade, satisfazendo os interesses de gerações atuais e futuras, torna-se indispensável o desenvolvimento de pesquisas visando um melhor entendimento dos solos, das suas limitações e das práticas de manejo mais adequadas à sua utilização racional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Degradação dos Solos pela Irrigação

A irrigação é de suma importância para o desenvolvimento da agricultura das regiões semi-áridas brasileiras porém, quando mal conduzida, pode levar os solos à processos degradativos, de natureza química ou física, acarretando uma queda substancial na produtividade agrícola.

Inúmeros são os exemplos de processos de salinização em perímetros irrigados devido à irrigação inadequada. Segundo Batista et al.(1999), nas regiões que possuem pluviosidade até 1.000 mm/ano, tem-se observado a salinização ocorrendo de forma mais freqüente, como nos projetos São Desidério, em Barreiras Bahia, nas áreas de solos mais rasos e nas áreas de baixada.

Alem da reduzida precipitação, estas áreas possuem uma alta taxa de evapotranspiração resultando num déficit hídrico acentuado, que contribui para o acúmulo de sais (Ribeiro et al., 2003).

Concomitante a estes fatores pode-se ainda acrescentar o uso de solos com pouca profundidade efetiva o que pode levar à formação de lençol freático livre, raso, que, por ascensão capilar, agravará a concentração de sais nos horizontes mais superficiais dos solos.

A salinização e/ou a sodificação podem causar danos diretos ao crescimento das plantas, em virtude dos efeitos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em altas concentrações na solução do solo (Freire et al., 2002, NTIM, 1998), ou pela degradação física, ocasionada pela deposição de argila dispersa nos poros intersticiais, o que leva a uma diminuição da condutividade hidráulica e possível formação de lençol freático suspenso em áreas irrigadas.

2.2 O Meio Físico da Área de Estudo

2.2.1 Localização

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

As coordenadas geográficas da área são: 630.150 e 628.740 UTM de Longitude Oeste e 8.922.600 e 8.928.600 UTM de Latitude Sul. A área dista aproximadamente 200 Km de Aracaju, e o acesso se dá pela rodovia SE-206, interligando a mesma com a capital, Piranhas/AL e Paulo Afonso/BA.



Figura 1 Localização da área de estudo.

2.2.2 Geologia

Os solos estudados estão inseridos no Domínio Canindé-Marancó pertencente a Faixa de Dobramento Sergipana (Brito Neves, 1975), Província Borborema, mais especificamente no subdomínio Complexo Canindé.

O Domínio Canindé-Marancó constitui uma faixa metavulcanosedimentar, mais ou menos contínua, orientada para NW-SE com cerca de 70Km de extensão, por 10 a 15Km de largura, acompanhando o curso do Rio São Francisco entre Curitiba e Bonsucesso (BRASIL, 1983).

O complexo Canindé, onde os solos estudados estão inseridos, congrega um conjunto de rochas metavulcânicas e metassedimentares que foram agrupadas em 06 unidades litológicas, destacando-se as unidades Novo Gosto e Mulungu, além de granitóides diversos (Delgado, 2001) (fig. 2). A Unidade Novo Gosto apresenta a maior diversidade de litótipos do Complexo Canindé, incluindo rochas calcossilicáticas, filitos grafitosos e gnaisses granadíferos, embora anfibolitos também mereçam destaque em área de exposição. Nesta unidade está localizado o Planossolo Nátrico (perfil 3), que tem como material de origem o gnaise.

A Unidade Mulungu apresenta como característica mais diagnóstica a presença de lentes de rochas metaultramáficas talcificadas, *sheets* do granitóide milonítico Tipo Garrote e metavulcânicas ácidas xistificadas, além de litótipos semelhantes à Unidade Novo Gosto (Delgado, 2001). Nesta unidade está localizado o Luvissole Crômico (perfil 4), desenvolvido a partir de anfibolitos.

A área de granitóides diversos é representada, principalmente, por rochas granitóides de composição granítica a granodiorítica, que são rochas ácidas a intermediárias de textura grossa, ricas em quartzo, feldspatos e localmente anfibólios (SERGIPE, 1985). Nesta unidade estão localizados os Neossolos Regolíticos estudados (perfis 1 e 2).

A espacialização das unidades litológicas dominantes na região pode ser observada na figura 2.

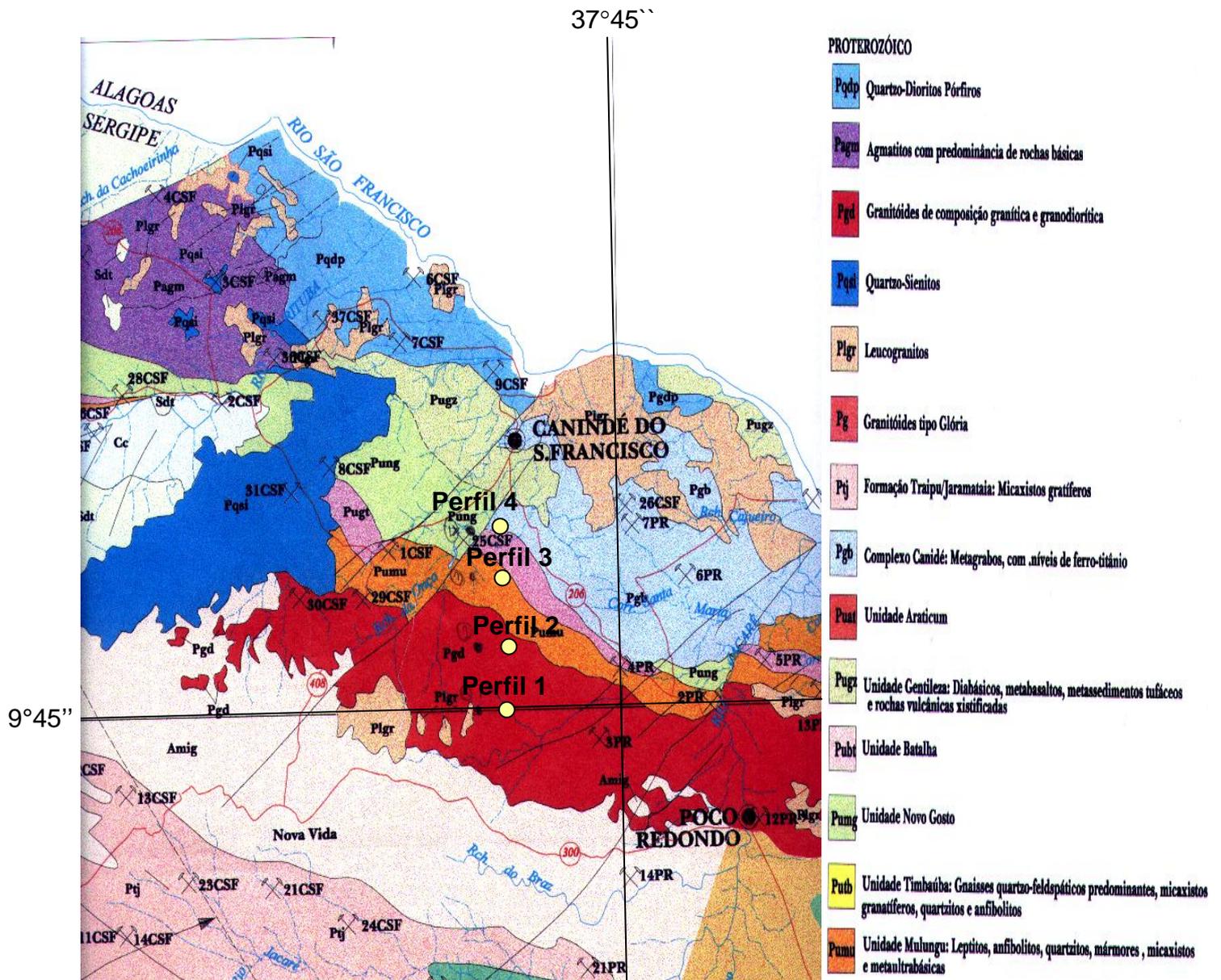


Figura 2 Representação esquemática das unidades geológicas da área de estudo (CODEVASF, 2000).

2.2.3 Relevo

A formação do relevo atual é produto não só das repetidas fases de aplanamento que aconteceram no Terciário, mas também, das sucessivas retomadas de erosão no Quaternário (BRASIL, 1988).

Segundo Jacomine et al. (1975), dominam nesta área enormes superfícies de relevo, em sua maior parte, plano a suave ondulado. Ocorrem também áreas de pediplanação pouco evoluídas que apresentam trechos com relevo ondulado, comumente descendo dos níveis elevados.

As hipóteses paleogeográficas atuais admitem que os pediplanos sertanejos resultaram de uma vasta e lenta degradação, em condições muito úmidas, seguidas de intensa aridez (Jacomine et al., 1975). Tendo início no Terciário Inferior, foram aperfeiçoados pelas fases de pediplanação mais modernas, contemporâneas à deposição do Grupo Barreiras. Na verdade a presença de seixos rolados, comprova a existência de um clima úmido na região em épocas pretéritas (Jacomine et al., 1975). A representação do relevo da área pode ser observada nas figuras 3 e 4.

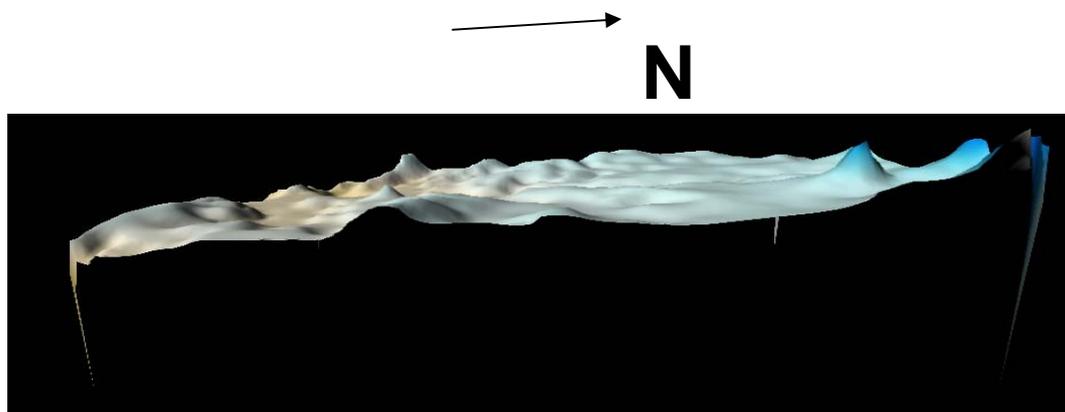


Figura 3 Representação do relevo da área de estudo.

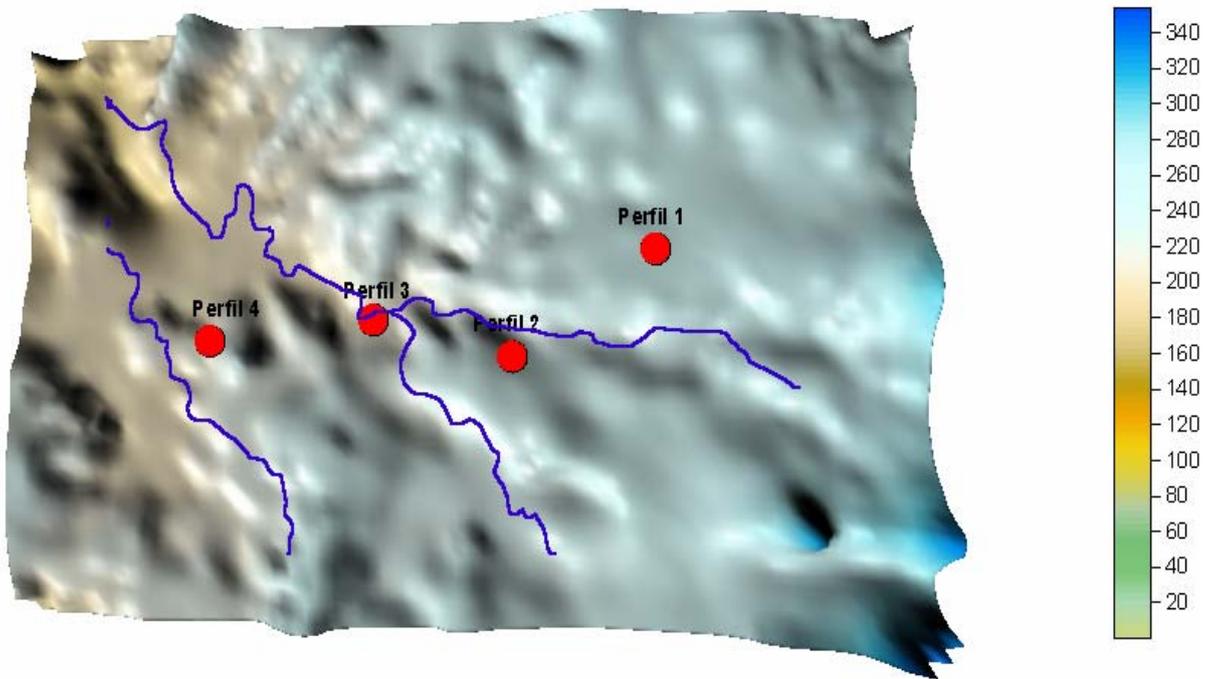


Figura 4 Representação esquemática da posição dos perfis no modelado.

2.2.4 Clima

O clima constitui um dos mais marcantes fatores de formação dos solos, sendo particularmente importante para a irrigação, por condicionar a evapotranspiração (Oliveira et al., 2001).

No semi-árido Sergipano as precipitações pluviométricas são poucas e mal distribuídas durante o ano. O clima se caracteriza por uma longa estação seca e um curto período chuvoso (Brasil, 1983), como é mostrado no tabela 1 (SUDENE, 1990).

Tabela 01 – Precipitação média anual no município de Canindé de São Francisco

Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	36,0
Fevereiro	41,7
Março	57,7
Abril	62,4
Maio	61,8
Junho	60,1
Julho	48,4
Agosto	27,3
Setembro	14,0
Outubro	13,5
Novembro	20,4
Dezembro	40,6
Total	485,9

Fonte: Dados pluviométricos mensais do Nordeste-Sergipe (SUDENE, 1990).

Conforme dados fornecidos pelo posto pluviométrico de Canindé do São Francisco (09° 39' de Latitude Sul, 37° 48' de Longitude Oeste e 130 m de altitude), a evapotranspiração potencial é de 1763 mm/ano, apresentando mínima (85 mm) no mês de junho, e máxima (199 mm) em novembro (Almeida, 1995) .

A tendência à aridez apresentada pela região, esta ligada à atuação de um segmento do Anticiclone semifixo do Atlântico: os alísios de sudeste, dominantes nesta região, sem a presença de correntes de circulação perturbada, conferem o baixo registro de precipitações (BRASIL 1983).

Segundo Thonhwaite, cuja classificação utiliza valores do índice de umidade, que resulta do balanço da precipitação ocorrida e da água evaporada, a região apresenta clima do tipo D, semi-árido, com índice de umidade de Thonhwaite variando entre – 20 a – 40 (Jacomine et al., 1975).

A temperatura média da região varia de 24 a 26 °C, tendo uma variação de 26 a 27°C para a média das máximas, e 20 e 22°C para a média das mínimas (SERGIPE, 1985).

De acordo com a classificação de Gaussen, o clima da região é classificado como 3aTh, mediterrâneo quente ou nordestino de seca acentuada de verão, com índice xerotérmico entre 100 e 150 e cinco a seis meses secos, com temperatura do mês mais frio superior a 15°C (Jacomine et al., 1975).

O clima predominante na região de Canindé do São Francisco, que abrange a área em estudo é, segundo a classificação de Koeppen, do tipo BSsh', muito quente e semi-árido, tipo estepe. As precipitações pluviais desta área apresentam médias anuais variando de 450 a 550 mm, sendo uma das menores registradas no estado de Sergipe (Jacomine et al., 1975).

2.2.5 Vegetação e uso atual

Condicionada pelo clima semi-árido, a vegetação que recobre a região é típica da caatinga hiperxerófila, apresentando-se ora aberta e às vezes densa. (Almeida, 1995). Esta vegetação é característica das regiões semi-áridas onde as precipitações médias são inferiores a 500 mm e os solos são predominantemente rasos e/ou apresentam impedimentos físicos e/ou químicos (Jacomine et al., 1975).

É composta por espécies de porte variando do arbóreo baixo ao subarbustivo sendo caracterizada pelas seguintes espécies: *Bumelia sartorum* Mart. (quixabeira), *Vitex gardneriana* Weber. (salgueiro), *Cnidoscolus phyllacanthus* (favela), *Bromelia laciniosa* (macambira), *Astronium urundeuva* Engand. (aroeira), *Anadenanthera macrocarpa* (angico), *Caesalpineia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Mimosa verrucosa* (jurema), *Mimosa hostilis* (jurema preta), *Amburama cearensis* (imburana-de-cheiro), *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru), *Pilocereus gounellei* (xique-xique), *Pilocereus piauhiensis* (faxeiro), *Melocactus* sp. (coroa de frade), *Spondia tuberosa* (umbuzeiro), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), *Neoglaziovia variegata* Mez. (caroá), *Opuntia palmadora* (palmatória-de-espinho), *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) e *Euphorbia* spp. (pinhão) (Jacomine et al., 1975; Almeida, 1995).

A caatinga hiperxerófila ainda recobre parte da área, na forma de regeneração secundária, em virtude da baixa potencialidade da região para explorações agropecuárias. Entretanto, pode-se verificar que a principal atividade é a pecuária de bovinos, caprinos e ovinos, utilizando pastagens nativas e plantadas (fig. 5) Em grande parte da área, a caatinga apresenta-se bastante degradada, pela retirada da madeira para construção de cercas e para produção de carvão. Em alguns trechos de solos mais profundos, principalmente Neossolos Regolíticos, podem ser observadas culturas de subsistência e plantio de palma forrageira (fig. 6).



Figura 5 - Campo secundário com pastagem plantada e nativa



Figura 6 – Campo secundário com cultivo de palma forrageira

2.2.6 Solos

As principais classes de solos que ocorrem na área de estudo são descritas a seguir, tendo como base os trabalhos de Jacomine et al. (1975) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999):

Os Planossolos são solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela retenção de lençol d'água suspenso, de existência periódica e presença variável durante o ano.

Apresenta horizonte A e por vezes E e nem sempre horizonte E álbico, seguidos de B plânico. Além da possível retenção de lençol suspenso, muitas vezes apresentam o caráter sódico ou solódico o que limita o uso destes solos para a agricultura irrigada. São geralmente utilizados na pecuária com pastagem nativa e pastagens de capim buffel.

Os Neossolos Litólicos são solos com horizonte A, assente diretamente sobre a rocha ou sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm e que apresentam contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. São solos que possuem alta suscetibilidade à erosão pela sua pouca profundidade efetiva, que restringe as possibilidades de utilização com agricultura irrigada.

Os Neossolos Regolíticos são solos que caracterizam-se, por serem constituídos por material mineral, com horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, apresentando contato lítico a profundidade superior a 50 cm. Estes solos, variam de bem a moderadamente drenado, principalmente em função de sua profundidade.

Os Luvisolos, tem argila de atividade alta, alta saturação por bases e apresentam horizonte B textural ou B nítico imediatamente abaixo do A fraco, ou moderado. Estes podem apresentar drenagem moderada a imperfeita, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120 cm). Podem apresentar ainda

pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial.

São solos moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos, e com valores elevados para a relação Ki no horizonte Bt, normalmente entre 2,4 e 4,0, denotando quantidade variável, mais expressiva, de argilominerais do tipo 2:1.

A erosão laminar nestes solos por vezes chega a ser laminar severa, e em sulcos repetidos ocasionalmente ou com frequência, principalmente nos que possuem caráter vértico. São solos comumente derivados da decomposição de xistos ou do saprolito de gnaisses.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo envolveram uma visita programada a área do projeto Xingó, onde foram selecionados e descritos quatro perfis de solo, e coletadas amostras deformadas e indeformadas para este estudo. A escolha dos quatro perfis baseou-se em levantamento de solos feito anteriormente, tanto pela CODEVASF (2000) como pelo Estado de Sergipe (1985). Deste modo, os critérios de seleção foram estabelecidos em função de:

- I. Representatividade da classe de solos na área de estudo;
- II. Materiais de origem distintos e;
- III. Posicionamento dos solos no relevo.

Foram abertos 2 perfis de Neossolos Regolíticos, um em área de cultivo de palma, situado na porção mais alta do relevo local (perfil 1), outro em área de preservação de vegetação nativa, localizado em posição intermediária no relevo (Caatinga Hiperxerófila - perfil 2). O perfil 3, é um Planossolo, que está localizado em área de pastagem na parte mais baixa do relevo. O perfil 4, um Luvisolo, foi localizado em área de pastagem. A localização de cada um dos perfis consta na Figura 3.

As descrições dos perfis e a coleta das amostras por horizonte, foram feitas conforme as recomendações do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Lemos & Santos, 2002). Foram coletadas amostras deformadas de todos os horizontes dos perfis, as quais foram utilizadas para as determinações físicas, químicas e mineralógicas.

Também foram realizados testes de condutividade hidráulica nos solos selecionados, Por meio do método do Permeâmetro de Guelph, que traz grande praticidade no campo (Figura 7), tanto pelo fácil manuseio e montagem, quanto pela facilidade de realizar o ensaio.

Este método se baseia no monitoramento da taxa de infiltração através da queda do nível d'água dentro do reservatório até que um equilíbrio seja atingido, este procedimento executado para duas cargas hidráulicas (5 e 10cm) dentro de um furo de trado (Bastos, 2004)

Foram realizados 7 testes, sendo 2 na área do perfil 1, o primeiro a 36cm de profundidade, ao lado do perfil descrito, e outro no fundo da trincheira aberta, a uma profundidade de 155 cm (Figura 7). O terceiro teste foi realizado na área do perfil 2, no fundo da trincheira aberta, a 60 cm de profundidade. O quarto e o quinto testes foram realizados na área do perfil 3, sendo um a 26 cm, ao lado da trincheira e outro a 60 cm de profundidade, no fundo da mesma. O sexto e o sétimo testes foram realizados no perfil 4, sendo um ao lado do mesmo, a 30 cm de profundidade e outro dentro da trincheira a 80 cm de profundidade.



Figura 7 Permeâmetro de Guelph montado no campo (perfil1).

3.2 Trabalhos Laboratoriais

3.2.1 Preparo das amostras

As amostras coletadas durante a etapa de campo foram enviadas para o galpão da área de solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Daí, foram secas ao ar, pesadas, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para obtenção da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), seguindo posteriormente para os laboratórios, onde se processaram as respectivas determinações analíticas.

As frações maiores que 2 mm, cascalhos (2 - 20 mm) e calhaus (20 - 200 mm), foram colocadas em recipientes com água, sendo adicionado, aproximadamente, 10 mL de NaOH 1 mol L⁻¹, agitando várias vezes durante o dia com o auxílio de um bastão e permanecendo por uma noite nesta solução. Após isso, estas frações foram lavadas prolongadamente com água corrente visando a remoção completa das frações menores que 2 mm. Depois foram secas em estufa, pesadas e calculadas suas percentagens em relação ao peso total da respectiva amostra. Esse material tratado foi então ensacado, devidamente identificado e

enviado para a análise mineralógica.

3.2.2 Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UFRPE. Os métodos utilizados foram aqueles preconizados pela EMBRAPA (1997), e incluem as determinações de granulometria, argila dispersa em água, densidade do solo e das partículas, atributos de umidade e condutividade hidráulica saturada, conforme discriminação abaixo:

Granulometria

A análise granulométrica foi realizada pelo método do densímetro, utilizando-se para a dispersão física um agitador mecânico do tipo *Soil Test* com agitação ora de 10, ora de 15 minutos para solos com textura arenosa ou mais fina, respectivamente. Como dispersante químico utilizou-se 25 mL de solução de hexametáfosfato de sódio $0,35 \text{ mol L}^{-1}$ + carbonato de sódio $0,08 \text{ mol L}^{-1}$.

A fração-argila foi determinada diretamente utilizando-se o densímetro de Boyoucos. As frações areia grossa e fina foram obtidas por tamisação. A fração-silte foi obtida por diferença.

Argila Dispersa em Água

Determinada também pelo método do densímetro, contudo sem a utilização de dispersante químico.

Densidade do Solo (Ds)

Foram utilizados os seguintes métodos: o da proveta com volume interno de 100 mL para aqueles solos com textura arenosa ou média (leve) na qual não foi conseguido a obtenção de torrão; e o do torrão impermeabilizado com parafina, para as outras texturas

Densidade das Partículas (Dp)

A densidade média das partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, utilizando-se o álcool etílico como líquido penetrante.

Atributos Hídricos

O conteúdo de umidade, em amostras deformadas, foi determinado nas tensões fixas de 1.500 KPa, referente ao ponto de murcha permanente (PMP) e, 33 ou 10 KPa, para os horizontes com textura argilosa ou arenosa, respectivamente, assumindo estes últimos potenciais como correspondentes a capacidade de campo (CC). A água disponível (AD) corresponde, por sua vez, ao conteúdo de água entre estes dois limites.

A partir dos resultados obtidos das análises laboratoriais supracitadas foram calculados:

Grau de Flocculação (GF)

Relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total, obtida após dispersão, calculada conforme a expressão:

$$\mathbf{GF = 100 (argila\ total - argila\ dispersa\ em\ água)/argila\ total}$$

Relação Silte/Argila

Razão entre os valores de argila total e do silte obtidos na análise granulométrica.

Porosidade Total (PT)

O volume total de poros do solo foi calculado por meio das densidades, do solo e das partículas, empregando-se a expressão abaixo:

$$\mathbf{PT = 100(1 - Ds/Dp)}$$

3.2.3 Análises Químicas

As análises químicas foram realizadas de acordo com as recomendações da EMBRAPA (1997), nos laboratórios de química e fertilidade do solo da UFRPE. Constaram das seguintes determinações:

pH em H₂O e KCl 1 mol L⁻¹

Os valores de pH, aferidos em H₂O e KCl 1 mol L⁻¹, foram determinados em uma suspensão solo:líquido na proporção de 1:2,5 em potenciômetro com eletrodo combinado.

Alumínio Trocável

Extração com solução KCl 1 mol L⁻¹, na proporção solo:solução de 1:10, e determinação volumétrica com solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹ na presença do indicador azul de bromotimol.

Acidez Potencial (H[±] + Al^{3±})

Extração com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado volumetricamente com solução de NaOH 0,0606 mol L⁻¹, na presença de fenolftaleína como indicador.

Cálcio e Magnésio Trocáveis

Cálcio e magnésio foram extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹, na proporção solo:solução de 1:10, e determinados conjuntamente por complexometria, utilizando-se o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) 0,0125 mol L⁻¹.

Sódio e Potássio Trocáveis

Sódio e potássio foram extraídos por meio da extração com Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹+ H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹), na proporção solo:solução de 1:10 e determinados por fotometria de chama.

Fósforo extraível

O fósforo foi extraído com solução de Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹+ H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹) e determinado por colorimetria após formação de complexo molíbdico em meio redutor.

Carbono Orgânico

O teor de carbono orgânico foi determinado por meio da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) 0,4 mol L⁻¹ em meio sulfúrico e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹.

Hidrogênio trocável

Foi calculado pela diferença entre os valores obtidos da alumínio trocável e acidez potencial.

Soma de Bases Trocáveis (Valor S)

Foi calculada por meio da expressão:

$$S = (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+})$$

Capacidade de Troca de Cátion (CTC)

Calculou-se segundo a expressão:

$$CTC = [S + (H^{+} + Al^{3+})]$$

Porcentagem de Saturação por Bases (Valor V)

Calculada conforme a expressão:

$$V(\%) = 100 S / CTC$$

Porcentagem de Sódio Trocável (PST)

Calculada pela expressão:

$$PST(\%) = 100 Na^{+} / CTC$$

Porcentagem de saturação por alumínio (m%)

Calculado por meio da expressão:

$$m(\%) = 100 \text{ Al}^{3+}/(\text{S}+\text{Al}^{3+})$$

3.2.4 Análises mineralógicas

A composição mineralógica das frações maiores de 2 mm, cascalho (2 – 20 mm) e calhaus (20 – 200 mm), foi identificada de acordo com o guia para determinação de minerais (Leinz & Campos, 1979).

As frações areia grossa (2 – 0,2 mm) e areia fina (0,2 – 0,05 mm) foram caracterizadas mineralogicamente de forma semiquantitativa por intermédio de exame em lupa binocular, emprego de microtestes químicos (ácido clorídico 1:1, e peróxido de hidrogênio 1:1, ambos a frio), além do auxílio de imã de bolso, conforme EMBRAPA (1997).

A análise qualitativa das frações silte e argila, foram realizadas por meio da difratometria de raios X, conforme recomendações apresentadas por Jackson (1975) e Whittig & Allardice (1986). No laboratório de Mineralogia da UFRPE, a TFSA recebeu um tratamento prévio visando a remoção de agentes cimentantes naturais. Para tal, foram utilizados acetato de sódio 1 mol L⁻¹ a pH 5,0; peróxido de hidrogênio 30% e ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) para eliminar, nesta ordem, carbonatos e cátions divalentes, matéria orgânica e óxidos de ferro livre (Jackson, 1975). Executada a eliminação dos agentes cimentantes, as frações silte e argila foram separadas das demais por peneiramento úmido e entre si por decantação. Após essa separação, foram preparadas três lâminas com amostras orientadas para cada subfração, sendo duas saturadas por potássio e uma saturada por magnésio. Das amostras saturadas por potássio, uma foi irradiada a temperatura ambiente e a outra após aquecimento a 550°C por duas horas. A amostra saturada com Mg foi solvatada com glicerol e irradiada a temperatura ambiente.

Os difratogramas foram obtidos no Laboratório de Ensaios e Análise Inorgânica (LEAI) do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP), empregando-se difractômetro Rigaku, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA,

radiação de $\text{CuK}\alpha$, filtro de Ni e uma velocidade de registro de 40 mm min^{-1} . A amplitude de varredura foi de 2 a 40° (2θ).

Os critérios empregados para interpretação dos difratogramas e na identificação dos minerais constituintes das frações silte e argila foram: espaçamento interplanar (d), forma, largura e intensidade dos picos e comportamento frente aos tratamentos, conforme apresentado por Grim (1965), Jackson (1975), Dixon & Weed (1977), Brown & Brindley (1980), Whittig & Allardice (1986) e Moore & Reynolds (1989).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação dos Solos

Os solos estudados foram caracterizados por meio dos seus respectivos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, e classificados de acordo com o SiBCS (EMBRAPA, 1999). Entretanto, nem todos os solos encontrados na litotoposequência estudada foram classificados adequadamente pelo SiBCS. Apenas o Neossolo Regolítico (perfil 1) foi adequadamente enquadrado no Sistema até o quarto nível (sub-grupo). O Neossolo Regolítico (perfil 2) e o Luvisolo (perfil 4) foram adequadamente enquadrados no sistema até o terceiro nível e o perfil 3 não pode ser enquadrado ao nível de ordem.

Sugere-se, no caso do perfil 2, a inclusão do subgrupo fragipânico sódico léptico no quarto nível categórico do Neossolo Regolítico Eutrófico, pois na atual classificação, não está prevista a existência deste caráter, mesmo sendo de grande significância para o uso deste solo com agricultura irrigada.

O perfil 3 foi enquadrado no primeiro nível categórico do SiBCS como Planossolo, por apresentar atributos morfológicos evidentes, posicionamento típico no relevo, além uma transição abrupta com interface muito nítida entre E e Btn. O referido perfil entretanto não apresentou gradiente textural suficiente para caracterizar uma mudança textural abrupta, já que apresenta 197 g/Kg de argila no horizonte E e 334 g/Kg de argila no horizonte Btn, .

Sugere-se então uma modificação na definição do horizonte B plânico visando o enquadramento de solos que não possuem mudança textural abrupta, mas que apresentam uma transição abrupta que configure um fraturamento muito nítido com o horizonte que o antecede, como já sugerido por Oliveira (2002), ou seja, para se caracterizar um Planossolo, sua característica distintiva marcante seria a diferenciação acentuada entre os horizontes A ou E e o B, devido a um aumento de argila e o adensamento, formando uma transição abrupta, com um limite drástico, que configure um fraturamento muito nítido entre os horizontes A ou E e o B, particularmente quando secos, requisito essencial para os solos desta classe.

O perfil 4 foi enquadrado no grande grupo dos Luvisolos Crômicos órticos, entretanto, não se enquadra no quarto nível hierárquico, pois não está

prevista a existência de subgrupo sálico sódico para este grande grupo. Tendo em vista que os referidos atributos são comuns nestes solos sugere-se que os mesmos sejam inclusos no quarto nível categórico do Sistema.

Assim a classificação dos solos estudados segundo o SiBCS (EMBRAPA,1999) e as sugestões de reestruturação são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Classificação dos solos do Projeto Xingó (SE) segundo o SiBCS (EMBRAPA,1999) acrescido de sugestões.

Perfis	Classificação dos solos segundo o SiBCS
01	Neossolo Regolítico Psamítico solódico A fraco
02	Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico léptico A fraco textura média (leve) cascalhenta
03	Luvissolo Hipocrômico Órtico típico A fraco textura média (leve)*/média
04	Luvissolo Crômico Órtico típico A fraco textura média/argilosa
	Classificação sugerida
02	Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico A fraco textura média (leve) cascalhenta,
03	Planossolo Natrico Órtico típico A fraco textura média (leve)/média
04	Luvissolo Crômico Órtico sódico sálico A fraco textura média/argilosa

* Textura media (leve) compreende solos com textura franco arenosa.

4.2 Distribuição dos Solos na Paisagem

Os Neossolos Regolítico, Planossolos e Luvisolos estudados estão intimamente relacionados com a paisagem, refletindo em suas características uma influência muito grande da geologia e do relevo.

Os perfis de Neossolo Regolítico mais profundos estão relacionados às posições de topo e terço superior, enquanto que os mais rasos estão normalmente relacionados ao terço médio e os Planossolos relacionados ao terço inferior das elevações, como também foi descrito 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 de Granitóides Diversos. Já os Luvisolos são encontrados em várias posições e tipos de relevo, variando somente a profundidade dos perfis. Os mais desenvolvidos localizam-se em relevo plano a suave ondulado e os menos desenvolvidos em relevo suave ondulado a ondulado, o que pode influenciar grandemente na quantidade de água que infiltra no solo e no escoamento superficial.

Desta forma o Neossolo Regolítico Psamítico típico, perfil 1, representa os solos em relevo plano a suave ondulado com declividade entre 0 e 2,5%, 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 com relevo suave ondulado com declividades na faixa de 2,5 a 5,0%, desenvolvido sobre gnaisses. O perfil 4, Luvisolo 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 anfibolitos.

4.3 Aspectos Morfológicos

As principais características morfológicas dos solos estudados encontram-se em detalhe nos anexos 1, 2, 3 e 4.

Os Neossolos Regolíticos da área de estudo têm contato lítico, variando de 60 a 130 cm de profundidade, característica esta que, nas menores profundidades, limita a sua utilização com agricultura irrigada.

O perfil 1 tem seqüência de horizontes Ap, C1, C2, Cn e Cxn, apresentando o Ap cor bruno-acinzentado-escura, quando úmido, textura areia e estrutura em grão simples e fraca pequena a média granular, transitando de forma clara e plana para um horizonte C1 de cor bruna e textura areia franca.(Figura 8)

Os horizontes C2 e Cn têm cor bruna e textura areia franca, diferenciando-se apenas na estrutura que no primeiro é maciça pouco coesa e no segundo, maciça pouco a moderadamente coesa. A transição para o horizonte Cxn é feita de forma abrupta e ondulada, ocorrendo a uma profundidade de 135 cm.

O horizonte Cxn tem 25 cm de espessura, cor bruno-claro-acinzentado com mosqueado bruno-escuro e tem textura franco-arenosa cascalhenta, estrutura maciça coesa e consistência muito dura e friável, caracterizando um horizonte tipo fragipã. Transita de forma abrupta e plana para o embasamento rochoso, constituído por granodiorito.

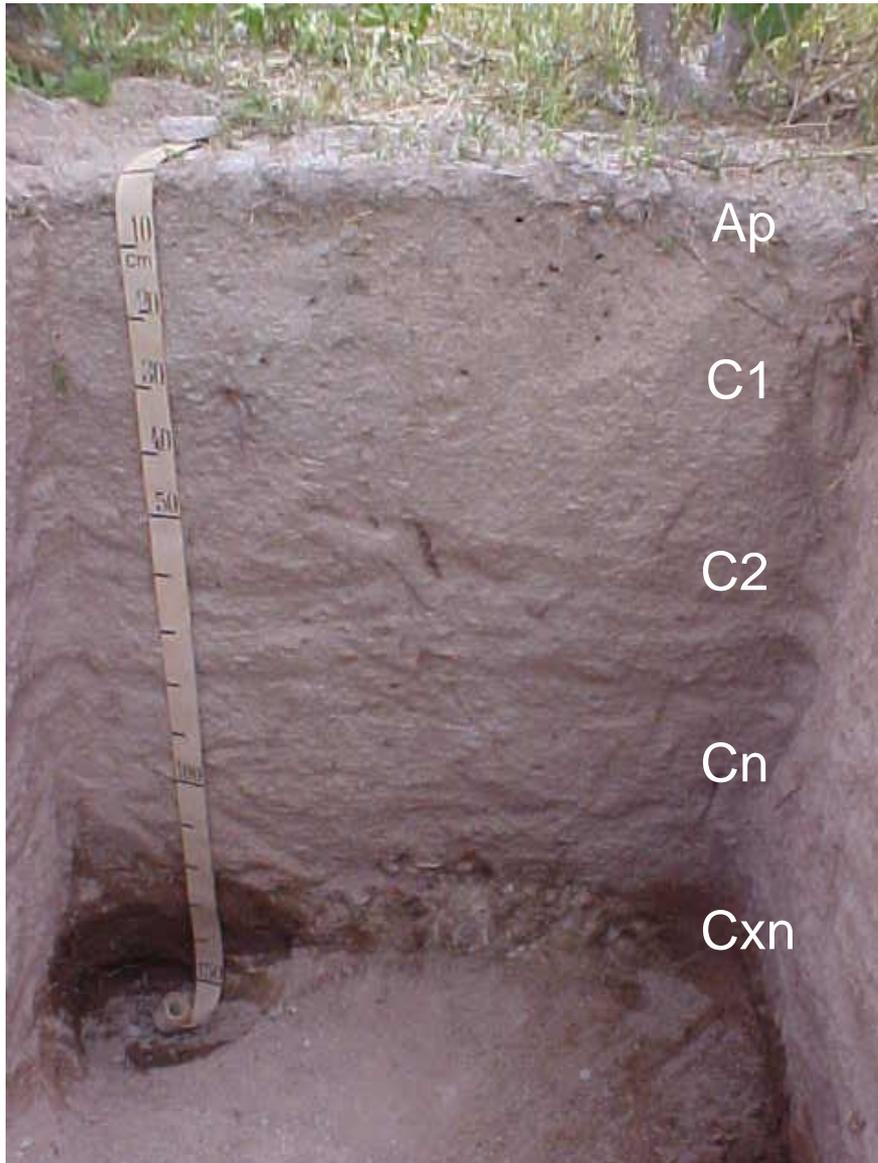


Figura 8 Perfil de Neossolo Regolítico Psamítico solódico (perfil 1).

O perfil 2 tem seqüência de horizontes Apn-Cn1-Cn2 e Cxn apresentando características morfológicas similares, exceto espessura, ao perfil 1. O Horizonte Apn possui cor bruno-escura, quando úmido, textura areia-franca com cascalho e estrutura em grãos simples e fraca pequena granular, transitando de forma clara e plana para um horizonte Cn1, que por sua vez, possui cor bruna, textura areia-franca e estrutura fraca pequena a média blocos subangulares. O horizonte Cn2 possui cor bruno-claro-acinzentada e textura maciça moderadamente coesa com transição clara e plana para o horizonte Cxn, que possui características de um fragipã, com alto grau de desenvolvimento, que se manifesta pela consistência extremamente dura e muito firme e extrutura maciça coesa, só se desfazendo após imersão prolongada em água. Tem cor cinzento-brunada-clara, com mosqueado, transitando para a rocha a 80 cm de profundidade, (Figura 9).

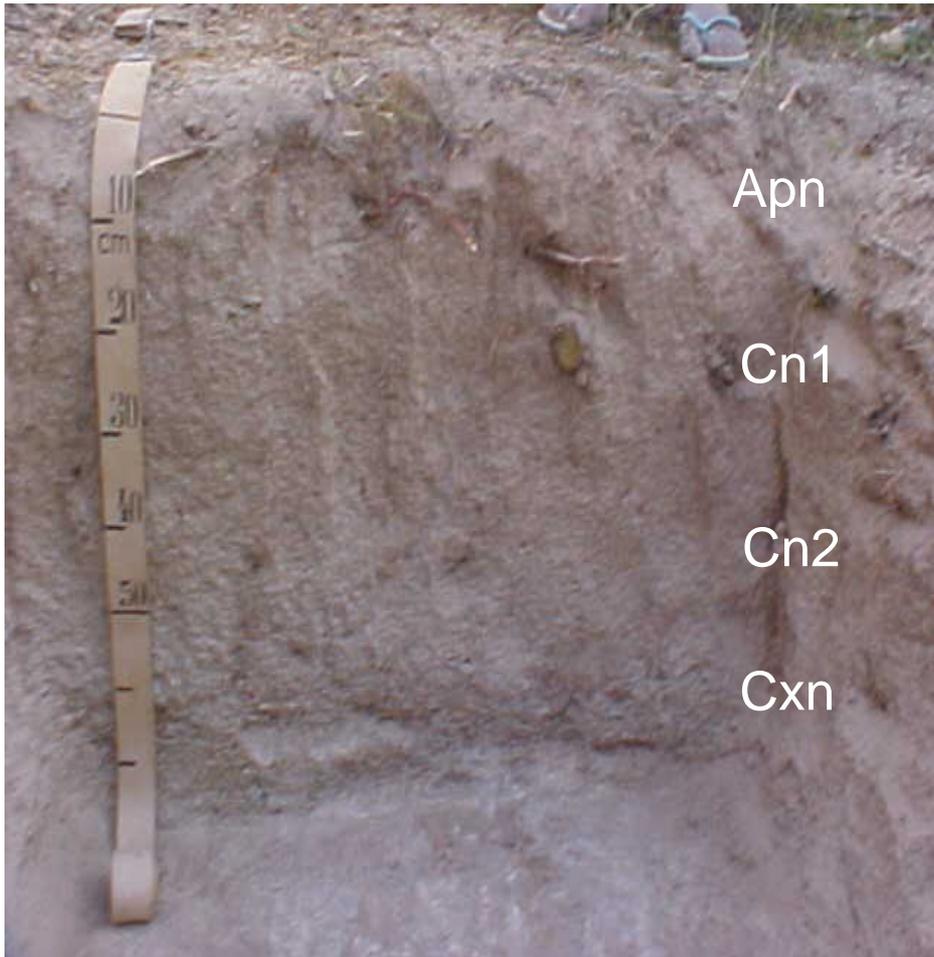


Figura 9 Perfil de Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico (perfil 2).

O Planossolo Nátrico (perfil 3) apresenta seqüência de horizontes Ap, E, Btn, BCn e Cn/Crn com horizonte Ap de cor bruno-escuro, textura franco-arenosa e estrutura granular que transita para um horizonte E, de cor bruno e textura franco-arenosa cascalhenta com estrutura maciça moderadamente coesa.

O horizonte E transita de forma abrupta para um horizonte adensado Btn de cor bruno escuro, textura franco-argiloarenosa com estrutura prismática preenchendo as características morfológicas de um B plânico. Este por sua vez transita para um horizonte BCn de cor bruno e textura franco-argiloarenosa com estrutura em blocos, de forma gradual e plana. Por ultimo há uma transição abrupta e plana para o horizonte Cn/Crn de cor bruno-claro-acinzentado, textura franco-argiloarenosa e estrutura maciça (Figura 10).

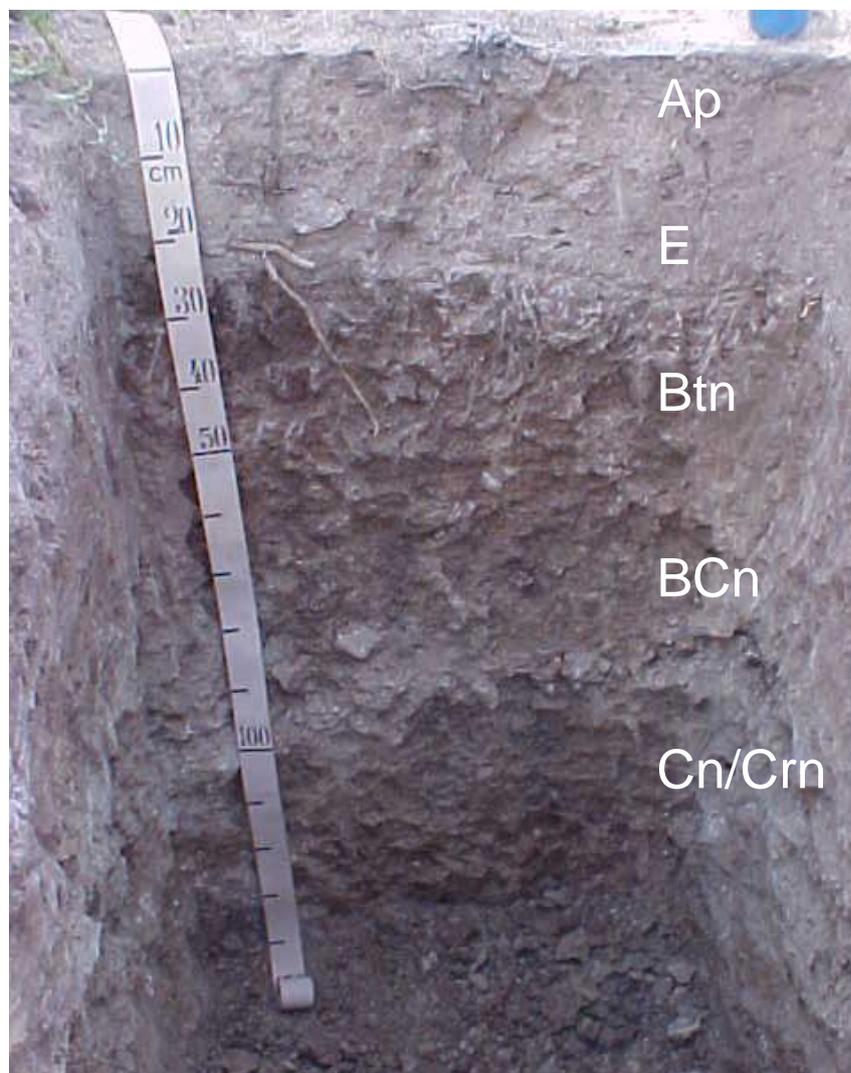


Figura 10 Perfil de Planossolo Natrico Órtico típico A fraco (Perfil 3)

O Luvissole Crômico (perfil 4) tem seqüência de horizontes Apn, Btn, BCnz e Cnz. O horizonte Apn tem cor bruno-avermelhada textura franco-argilosa e estrutura em blocos, transitando de forma abrupta e plana para um horizonte Btn, de cor bruno-avermelhado-escuro, textura argila e estrutura prismática, composta de blocos. O Horizonte BCnz tem cor bruno-avermelhada, textura argila e estrutura prismática, composta de blocos angulares. A transição para o Horizonte Cnz de textura franco-argilosa e estrutura em blocos angulares e subangulares, se dá de forma clara e plana. O horizonte Cr/R, antecedido de uma transição abrupta e plana, é constituído por rocha consolidada, com partes intemperizadas. (Figura 11)

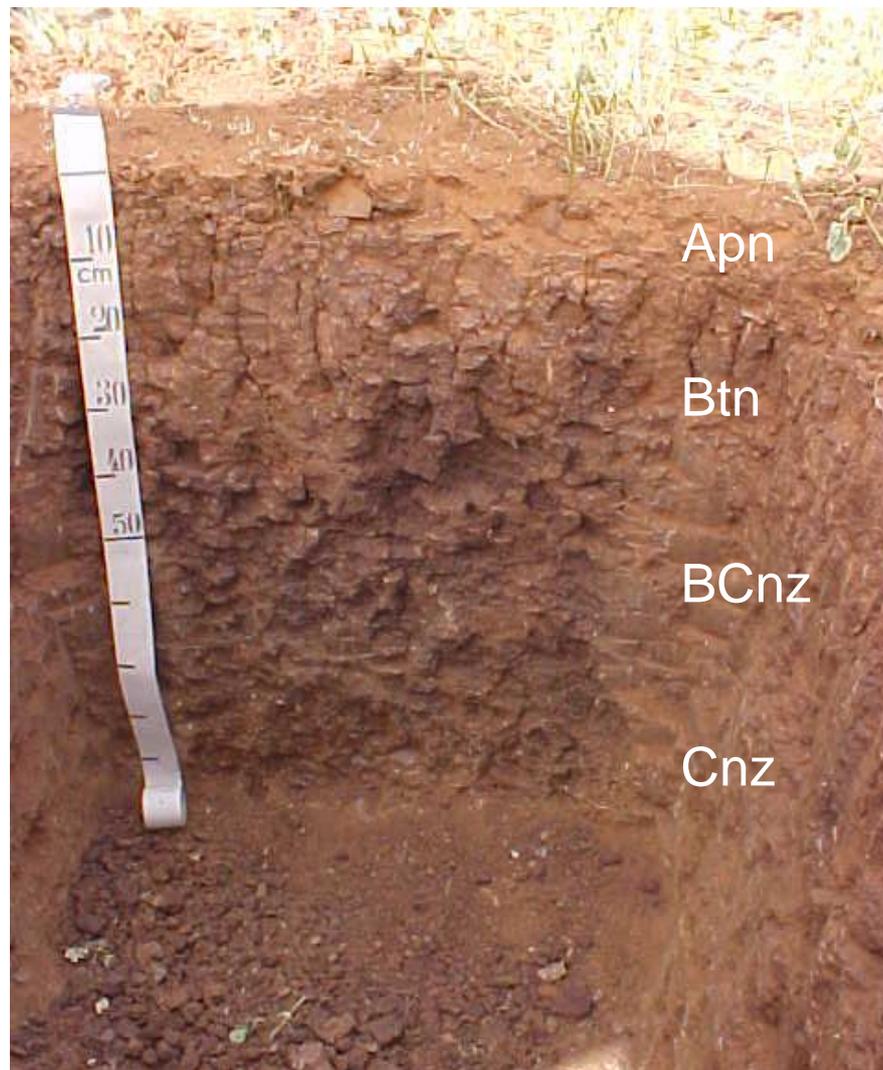


Figura 11 Perfil de Luvissole Crômico Órtico Sódico Sálco A fraco (perfil 4)

4.4 Atributos Físicos

A presença da fração grosseira é pouco expressiva na superfície e nos horizontes superficiais dos Neossolos Regolíticos aumentando nos horizontes próximos ao embasamento. Esta característica é uma indicação que os cascalhos e calhaus são provenientes da rocha do embasamento, aumentando em função de um menor intemperismo com a profundidade.

Com relação a composição granulométrica dos Neossolos Regolíticos, observou-se um decréscimo nos níveis de areia, com a profundidade. Já os teores de silte, não possuem uma variação acentuada entre horizontes, aumentando, entretanto, gradativamente em direção ao embasamento rochoso. Este aumento também reflete a diminuição da ação do intemperismo com a profundidade, pois o silte é constituído predominantemente por minerais primários.

Nos horizontes mais profundos o intemperismo atua principalmente nas partículas mais grosseiras. Nestes horizontes a maior permanência da água em virtude da proximidade do impedimento constituído pela rocha consolidada, provavelmente contribui para a formação de fragipãs.

Os teores de argila, em ambos os perfis, possuem um pequeno e gradativo aumento a medida que se aproxima do material de origem. Este aumento pode estar relacionado ao maior intemperismo químico em profundidade, devido a maior umidade, bem como aos processos de eluviação e translocação lateral. No perfil 2 ocorre uma quantidade maior de argila no horizonte C_{xn} em relação ao subjacente (C_{n2}), variando de 79 g/kg⁻¹ no primeiro para 162 g/kg⁻¹ no último. Além dos fatores supracitados, soma-se o fato deste solo estar localizado no terço médio de um relevo suave ondulado, apresentando uma alta condutividade hidráulica, o que provoca uma movimentação lateral da argila pela água, oriunda daqueles solos localizados em posições mais elevadas do relevo, como foi observado por Oliveira Neto (1992). Por outro lado a determinação da granulometria por métodos convencionais em horizontes cimentados, como o C_{xn}, não apresentam resultados confiáveis.

O grau de floculação do perfil 1 diminui de forma significativa do horizonte C_n para o subjacente C_{xn}, em virtude do caráter sódico do mesmo, o que causa

uma maior dispersão de argila neste horizonte. No perfil 2 o grau de floculação foi mais uniforme, o que pode ser explicado pela maior homogeneidade na percentagem de saturação por sódio dos horizontes.

Em relação a densidade do solo (D_s), os dois perfis de Neossolo Regolítico, tiveram um comportamento semelhante, com a diminuição da D_s em direção ao no último horizonte (C_{xn}), o que pode ser explicado pelo aumento dos teores de argila e silte nos mesmos. Tal aumento de argila acarretaria um aumento da porosidade total e diminuição da densidade do solo.

No que tange a densidade das partículas os valores são semelhantes nos dois perfis de Neossolo Regolítico. No primeiro variou de 2,60 a 2,64 t/m^3 e no segundo de 2,57 a 2,63 t/m^3 , valores semelhantes aos do mineral quartzo, predominante na fração areia como verificado na análise mineralógica. Em relação à retenção de umidade dos perfis de Neossolos, os valores são muito baixos observando-se um pequeno acréscimo tanto na umidade retida sob tensão de 10 kPa (capacidade de campo) como na de 1500 kPa (ponto de murcha permanente), variando, respectivamente, de 4,33 a 6,04% e de 1,52 a 2,97% no perfil 1, e de 4,70 a 7,16% e de 1,36 e 3,36% no perfil 2. Ambos acompanhando o aumento nos teores de argila.

Os atributos físicos do Perfil de Neossolo Regolítico Psamítico típico (perfil 1) e do Perfil de Neossolo Regolítico Eutrófico fraipânico solódico léptico (perfil 2) estão apresentados na tabelas 7.

Tabela 7 Análises química de caracterização do perfil 3 - Planossolo Nátrico Órtico típico A fraco.

Hor.	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo							CTC	Valor	m	PST	C
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺					
_____ cmol _c kg ⁻¹ _____											%	g kg ⁻¹		
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
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
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
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
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

O Planossolo Nátrico (perfil 3), apresentou um aumento considerável na quantidade de calhaus, dos horizontes superiores em direção aos inferiores, indicando a sua relação com o próprio material originário deste solo. Já a quantidade de cascalho não apresentou grande variação nos horizontes deste perfil, variando de 2% no horizonte Ap para 6% no horizonte C/Cr.

Com relação a composição granulométrica, a percentagem de areia diminui com a profundidade, enquanto que os teores de silte permaneceram quase que constantes em todos os horizontes. Observou-se um aumento expressivo dos teores de argila entre os horizontes A e E e o Btn, não chegando a constituir mudança textural abrupta. Este elevado teor de argila no horizonte Btn pode estar relacionado com a formação de argila “*in situ*” e a argiluviação (Parahyba, 1993; Oliveira, 2002). Com a diminuição do intemperismo, os teores de argila decrescem nos horizontes BCn e Cn/Crn

O grau de flocculação variou de 17 a 72%, sendo que os valores mais baixos foram verificados no horizonte Btn, o que parece estar relacionado à mineralogia mais esmectítica/micácea, aliada aos altos teores de sódio trocável no horizonte “B plânico” (Oliveira, 2002).

A elevada dispersão das argilas contribui para uma redução da macroporosidade e, conseqüentemente, da condutividade hidráulica. A Ds deste solo variou de 1,48 a 1,93 t/m³, sendo os valores mais altos apresentados pelos horizontes inferiores, o que demonstra um grande adensamento dos mesmos, característica dos horizontes B plânicos. Segundo Oliveira (2001) essa alta Ds afeta o crescimento do sistema radicular e a percolação da água, favorecendo a formação de lençol suspenso.

Os atributos físicos do Perfil de Planossolo Nátrico Órtico típico A fraco (Perfil 3) estão apresentados na tabelas 8.

O perfil 4, Luvissole Crômico, apresenta uma distribuição de cascalhos muito heterogênea entre os horizontes com 10% no Horizonte Apn, 1% no horizonte Btn e BCnz e 5% no Horizonte Cnz. Esta quantidade maior de cascalho no horizonte Ap pode ser devido a erosão superficial, que varia de laminar moderada a severa, transportando as partículas mais finas e ficando as mais pesadas, como cascalhos e calhaus. Esta mesma erosão é responsável pela intensa pedregosidade superficial destes solos. A grande quantidade de calhaus e cascalhos no horizonte C pode ser explicada pela proximidade deste horizonte com material de origem.

A fração areia tem o seu maior percentual no horizonte Apn e na fração silte foi verificado um pequeno decréscimo do Horizonte Apn para o Btn, que pode ser uma consequência da iluviação de argila e/ou erosão. Já o aumento de argila no horizonte Btn, como era de se esperar em Luvissoles, esta relacionado a processos de iluviação e formação *"in situ"* (Almeida, 2005).

A relação silte/argila diminui do horizonte Apn para o Btn voltando a subir nos outros horizontes, como também foi verificado por Luz (1989) e por Almeida (1995), o que pode vir a confirmar os processos erosivos e de iluviação citados anteriormente

A alta dispersão de argila no horizonte Btn contribui para um adensamento deste horizonte, elevando o valor da Ds e por conseguinte diminuindo a sua porosidade total. Esta alta dispersão de argila no horizonte Bt, pode ser associada à sua alta saturação por sódio.

Não houve grande variação dos atributos hídricos deste perfil, somente uma pequena diminuição da capacidade de campo e do ponto de murcha permanente do horizonte Apn, o que pode estar associado ao seu menor percentual de argila e por conseguinte menor percentual de microporosidade.

Os atributos físicos do Perfil de Luvissole Crômico Órtico Sódico Sálco A fraco (perfil 4) estão apresentados na tabelas 9.

4.5 Atributos Químicos

Os atributos químicos dos solos estudados estão apresentados nas tabelas 10, 11 e 12.

O Neossolo Regolítico (perfil 1), apresentou uma reação ácida com pH variando de 4,7 a 5,5 e o perfil 2, uma reação moderadamente ácida com pH variando de 5,5 a 5,9. Esta reação ácida está ligada à perda, pela alta lixiviação, das bases nestes perfis (Marques, 2004). Quanto às bases trocáveis, pela mesma razão, os valores são muito baixos, enquanto que os valores mais altos da saturação por bases ocorrem nos horizontes superiores devido ao retorno de bases pela incorporação de matéria orgânica, e nos mais próximos ao embasamento devido à maior presença de minerais primários e ao impedimento causado pelo embasamento rochoso.

Ainda no Neossolo Regolítico (perfil 1) foram observados que os valores da PST aumentam em direção ao embasamento rochoso o que está ligado à intemperização química dos feldspatos calcosódicos, com uma diminuição nos níveis em direção à superfície, e que podem ser explicados pela quase inexistência de microporosidade, fazendo com que a ascensão capilar não exista a uma altura superior a 20 cm do lençol freático (Oliveira, 2001). No perfil 2 devido à pequena profundidade efetiva e à existência de um fragipã muito desenvolvido a 57 cm de profundidade, o movimento vertical da água é impedido próximo à superfície, permitindo a sorção de sódio, ao longo de todo o perfil, com saturação por sódio similar em todos os horizontes e a ocorrência do caráter sódico no horizonte C_{xn}. Porém, para fins práticos, os teores de Na⁺ podem ser considerados baixos, variando de 0,02 a 0,11 cmol_c kg⁻¹ no primeiro perfil e de 0,10 e 0,21 cmol_c kg⁻¹ no segundo, o que não influenciaria no seu uso para a agricultura irrigada.

Os atributos químicos do Perfil de Neossolo Regolítico Psamítico típico (perfil 1) e do Perfil de Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico (perfil 2) estão apresentados nas tabelas 10.

O perfil 3, Planossolo Nátrico, apresenta reação de neutra a alcalina, com valores de pH variando de 7,0 a 8,9, com pH em água maior que os valores encontrados em KCl, indicando a maior concentração de cargas negativas no complexo de troca.

Quanto às bases trocáveis observou-se um predomínio de Ca^{2+} e Mg^{2+} , tendo o segundo teores mais elevados que o primeiro. Este fato é muito comum nos solos do sertão nordestino como foi observado por Jacomine et al. (1973 e 1975), Luz (1992) e Rolim Neto et al. (1994). Observou-se também um aumento expressivo, do Mg^{2+} e do Na^+ , do horizonte E para o Btn, provocando um aumento da soma de bases. Este aumento pode ser explicado pela composição do material originário, rico em biotita, além de feldspatos calcosódicos, que devido a ação do intemperismo químico liberam estas bases, que não podem ser lixiviadas dos horizontes inferiores devido a sua muito baixa condutividade hidráulica, praticamente nula ($1 \cdot 10^{-5}$ m/dia) no horizonte Btn. Os altos teores de Na^+ conferiram a este perfil o caráter sódico, com uma PST variando de 4 a 16%.

A capacidade de troca catiônica (CTC) apresentou tendência similar a da soma de bases, variando de 4 a 14,6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ devido a baixa acidez potencial do perfil, fato este comum em solos de sertão. Quanto ao carbono orgânico o mesmo possui baixos teores, com valores variando de variando de 1,42 a 8,99 g kg^{-1}

Os atributos químicos do Perfil de Planossolo Nátrico Órtico típico A fraco (Perfil 3) estão apresentados na tabelas 11.

O Luvissole Crômico (perfil 4), apresenta reação variando de neutra a moderadamente alcalina. O pH acompanhou o aumento na concentração de sódio trocável que foi mais elevado nos horizontes inferiores conferindo a este perfil o caráter sódico, com uma PST variando de 21 a 28% nos horizontes Btn e BCnz, respectivamente.

Quanto às bases trocáveis, o perfil possui soma de bases trocáveis alta, principalmente pelos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , o que aliado a baixa acidez potencial confere a este perfil uma alta saturação por bases, com valores variando de 97 a 100%. Este fato é confirmado pela atividade alta das argilas dos horizontes Btn e BCnz aliado a baixa condutividade hidráulica deste perfil (0,08 m/dia aos 30 cm e 0,02 m/dia aos 80 cm) e ao material de origem rico em feldspatos calcosódicos, biotita e concreções ferro-magnesianas, liberando bases através do intemperismo químico.

Já a CTC foi considerada elevada em todo o perfil, sendo observado o menor índice no horizonte Apn, devido ao menor teor de argila neste horizonte. A condutividade elétrica do extrato de saturação aumentou em direção aos horizontes mais profundos, onde variou de 0,5 dS m^{-1} no horizonte Apn a 14 dS m^{-1} no horizonte Cnz, fato este que confere a este perfil o caráter sódico. Concentração esta também explicada através da intemperização química do material de origem, alta evapotranspiração do ambiente, aliada à baixa condutividade hidráulica do perfil.

Os atributos químicos do Perfil de Luvissole Crômico Órtico Sódico Sódico A fraco (perfil 4) estão apresentados na tabelas 12.

4.6 Mineralogia

4.6.1 Calhaus e cascalhos

A descrição completa das frações mineralógicas encontram-se nos anexos. A fração calhau dos perfis de Neossolos Regolíticos (perfis 1 e 2), é composta por fragmentos de rocha, nos quais há um predomínio de quartzo. Estes fragmentos apresentam-se angulares e subangulares.

No perfil de Planossolo Nátrico (perfil 3) os calhaus são compostos, nos três primeiros horizontes, por fragmentos de rocha formados principalmente por quartzo e em menores quantidades por feldspatos, muscovita, biotita e minerais opacos. No horizonte BCn, o mesmos são formados, na sua maioria, por quartzo, e em menores quantidades por feldspatos, muscovita, biotita e minerais opacos, com uma pequena quantidade formada por quartzo e feldspatos. No horizonte C/Cr praticamente metade dos calhaus é formada por quartzo, e a outra metade por fragmentos de rocha composta por quartzo, feldspatos, muscovita e biotita, com outros minerais, como a mica, em menor quantidade. Todos os calhaus deste perfil apresentam-se angulares e subangulares.

Por sua vez, o Luvisolo Crômico (perfil 4), apresenta em sua maioria fragmentos de rocha formados por quartzo, biotita e feldspatos além de minerais opacos e muscovita, e em menor quantidade, fragmentos de rocha formados por quartzo, com impregnação ferruginosa.

A fração cascalho dos Neossolos Regolíticos (perfis 1 e 2) é formada basicamente por quartzo, seguido por fragmentos de rocha composta de quartzo, feldspatos e micas e, por ultimo, ocorrem os feldspatos isolados, com exceção do horizonte Cxn de ambos os perfis, que apresenta fragmentos de rocha compostos, principalmente, por quartzo e feldspatos.

. No perfil 2 a fração cascalho teve composição semelhantes aos perfis de Neossolo Regolítico com predomínio de quartzo seguido por fragmentos de rocha compostos, basicamente, de quartzo e feldspatos e, por último, feldspatos isolados.

A fração cascalho do Luvisolo Crômico (perfil 4) acompanhou a fração calhau tendo em sua maioria fragmentos de rocha formados por muscovita e

biotitas, feldspatos e minerais opacos, e em menor quantidade, quartzo com impregnação ferruginosa. A descrição completa destas frações encontra-se nos anexos 1, 2, 3 e 4.

4.6.2 Areias

A areia grossa do Perfil 1 e 2, é composta basicamente por quartzo seguido por feldspatos, com traços de outros minerais como as micas (muscovita e biotita). A areia fina por sua vez segue quase a mesma composição da areia grossa, diferenciando somente no maior percentual de quartzo e menor percentual de feldspatos. Pode se acrescentar que os grãos de quartzo são transparentes e hialinos, angulosos a subarredondados, com pouca impregnação ferruginosa (limonitha e goethita).

O perfil 3 apresenta a composição de suas areias, como nos dois perfis de Neossolo Regolítico, formada por quartzo, com pouca quantidade de feldspatos. A areia fina do horizonte Cn/Crn possui uma alteração nos quantitativos dos minerais formadores, com uma elevação representativa da quantidade das micas encontradas (biotita e muscovita), quase se igualando a quantidade de quartzo.

A composição das areia grossa do perfil 4 é formada por quartzo recoberto por impregnação ferruginosa (limonitha e goethita)., seguido por fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos. Porém, foram encontrados quantidades maiores de outros minerais como as micas (muscovita e biotita), concreções manganosas, feldspatos e minerais opacos, totalizando em torno de 7 a 8% de seu conteúdo e traços de minerais como zircão e epidoto. A areia fina possui composição semelhante a encontrada na areia grossa, porém com quantidades maiores de quartzo, angulosos a muito angulosos, quase sempre encobertos por impregnação ferruginosa. É importante salientar o aumento da quantidade de fragmentos de rocha com a profundidade, de forma mais marcante na areia grossa.

4.6.3 Silte

O Planossolo Nátrico (Perfil 3) apresenta a fração silte essencialmente composta por quartzo e feldspatos calco-sódicos e potássicos. Apresenta, ainda, micas no horizonte Cr (Figura 12). O quartzo foi identificado pelos picos de 0,33 e 0,42 e os feldspatos identificados pelos picos de 0,32; 0,64; 0,40; 0,38 e 0,35. As diferentes posições dos picos sugerem que mais de um tipo de feldspatos esteja presente, como também foi constatado por Oliveira (2002) em solos planossólicos do Sertão de Araripe. As micas somente foi identificada no horizonte Cn/Crn pelos pico de 1,01.

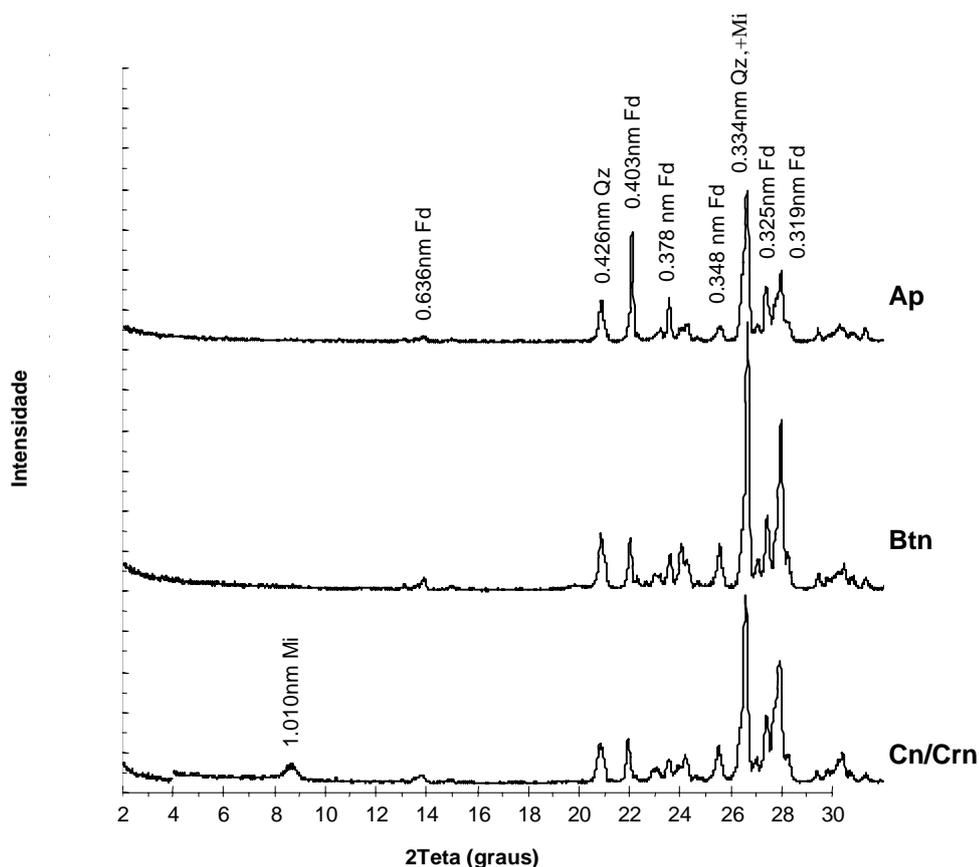


Figura 12 Difractogramas de raios X das amostras saturadas com K, sem aquecimento, da fração silte relativos ao Planossolo Nátrico (Perfil 3), evidenciando a presença de quartzo (Qz), feldspatos (Fd) e micas (Mi).

O Silte do Luvissole Crômico (perfil 4) é constituído por quartzo, feldspatos calco-sódicos e potássicos, micas e anfibólios (Figura 13). Este perfil mineralogia semelhante ao perfil de Planossolo, acrescentando somente o pico do anfibólio que foi de 0,85; estes minerais também foram encontrados nos Luvissoles estudados por Almeida (1995).

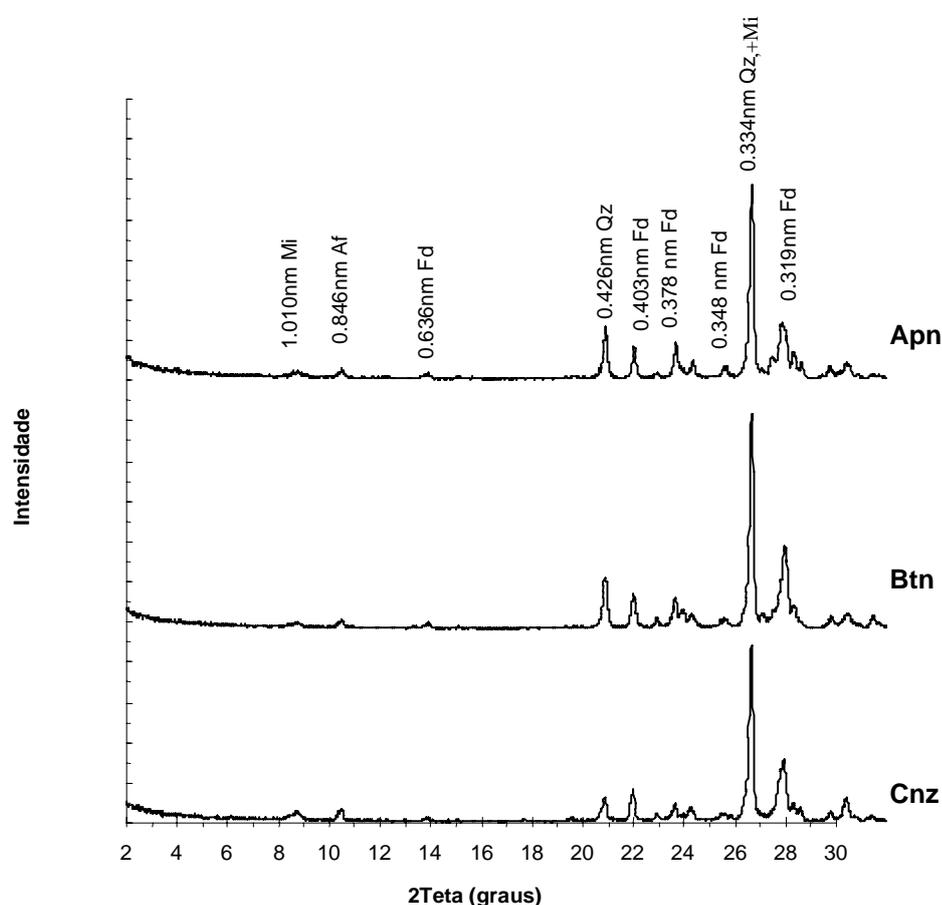


Figura 13 Difrátogramas de raios X das amostras saturadas com K, sem aquecimento, da fração silte relativos ao Luvissole Crômico (Perfil 4), evidenciando a presença de quartzo (Qz), feldspatos (Fd), micas (Mi) e anfibólios (Af).

4.6.4 Argila

A fração argila do Planossolo Nátrico (perfil 3) é composta por esmectita, micas, caulinita e feldspatos, sendo que quartzo só foi positivamente identificado no horizonte Ap (Figura 14). 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.

A maior participação de micas no horizonte superficial, como evidenciado pela maior intensidade dos picos de 1,010 e 0,333 nm pode ser explicada por várias razões: (1) pela maior estabilidade da mesma, em relação à esmectita, sob as condições mais ácidas do horizonte superficial; (2) pela reversão das fases intermediárias e, ou dos expansivos pela fixação de K durante a estação seca; (3) pela concentração relativa de micas mais resistentes, ao intemperismo, em detrimento da esmectita e das micas menos resistentes; (4) pela contribuição de material menos intemperizado oriundo das áreas mais elevadas (ou à descontinuidade litológica).

O potássio necessário a estabilização/reversão das micas pode ser originado da intemperização de outros minerais que o contenham (feldspatos, por exemplo), da biociclagem desse elemento pela vegetação, de aportes externos (adubações e águas de irrigação ou de surgente) ou da ascensão capilar de sais de potássio durante a estação seca.

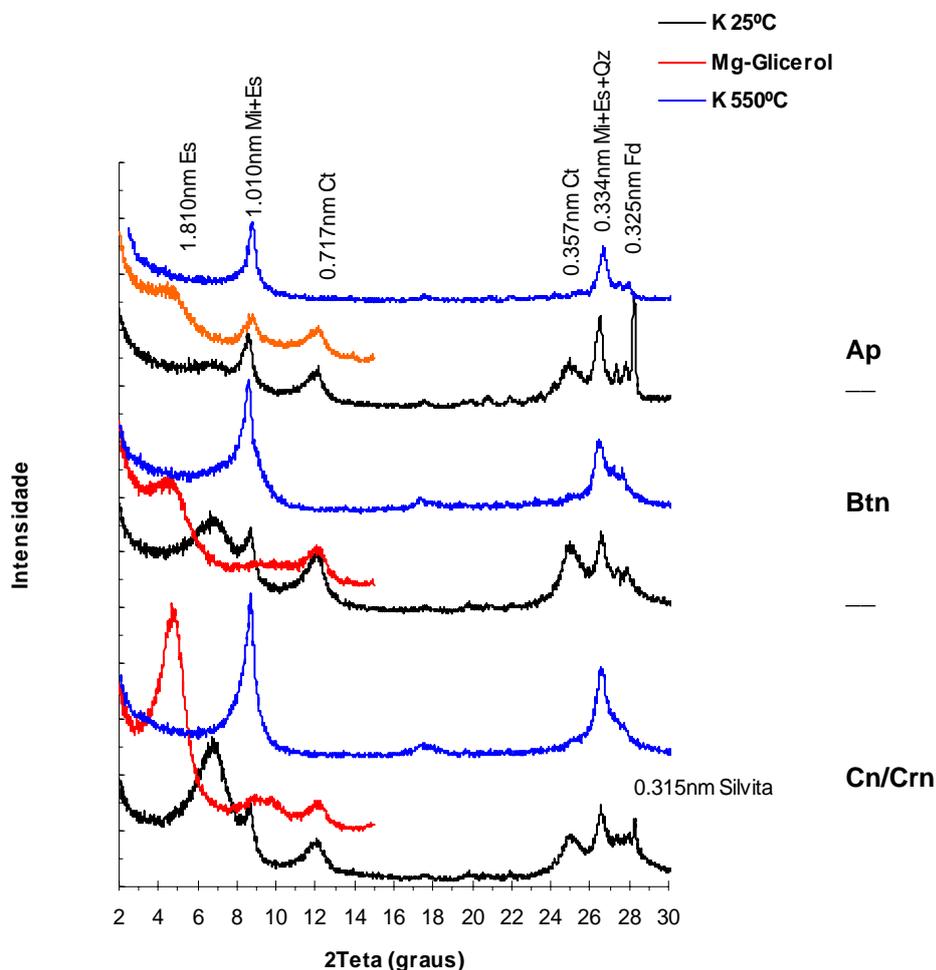


Figura 14 Difractogramas de raios X relativos a fração argila do PLANOSSOLO NÁTRICO (Perfil 3), evidenciando a presença de esmectita (Es), micas (Mi), caulinita (Ct), feldspatos (Fd) e quartzo (Qz).

No Luvissole Crômico (perfil 4), a argila do horizonte Cnz é constituída predominantemente por esmectita, caulinita e vermiculita e, ainda, micas (Figura 15). O horizonte Btn apresenta composição mineralógica similar à do Cnz, mas, com maior participação de vermiculita, como evidenciado pela maior intensidade do pico de 1ª ordem e por sua maior relação vale/pico.

O horizonte Apn é constituído por micas, esmectita e caulinita. Aqui os picos de micas são bem mais intensos e agudos, revelando a maior participação desse argilomineral, sendo também aplicáveis as mesmas considerações feitas para o Planossolo Nátrico (Perfil 3).

A silvita presente neste perfil é um artefato produzido durante a preparação das lâminas.

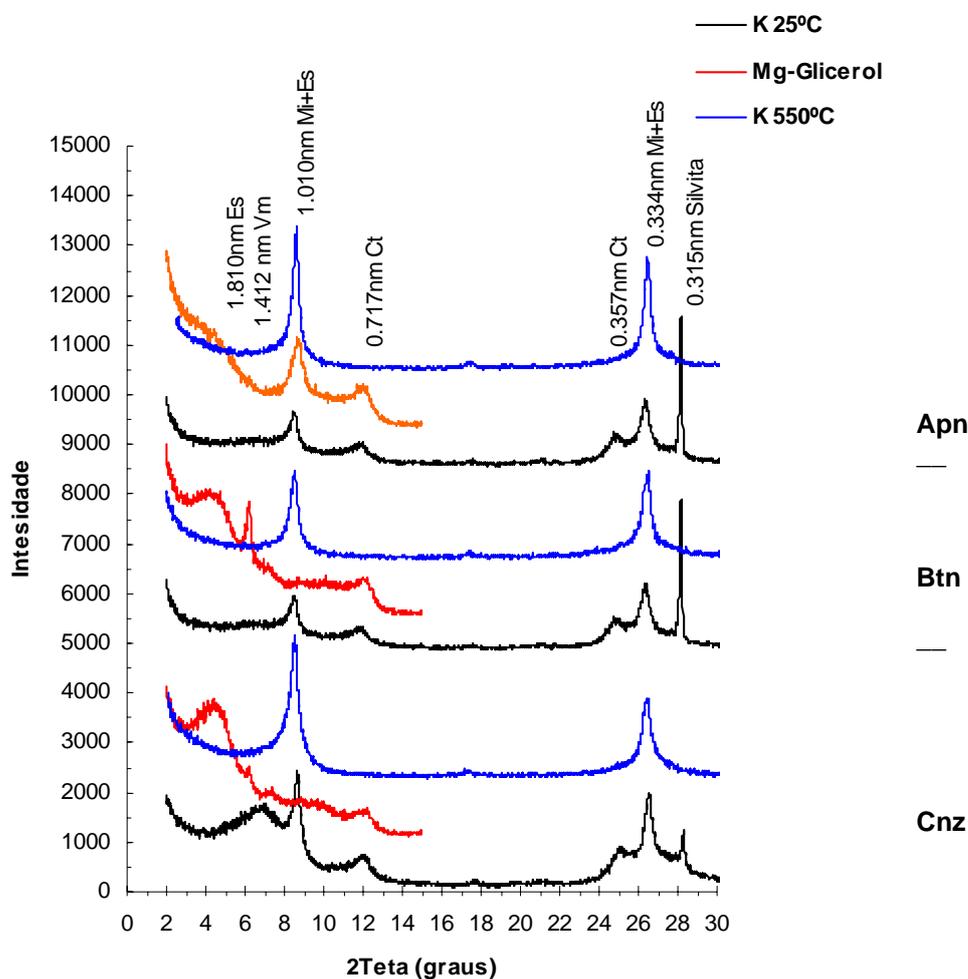


Figura 15 Difractogramas de raios X relativos a fração argila do Luvissole Crômico(Perfil 4), evidenciando a presença de esmectita (Es), vermiculita (Vm), micas (Mi) e caulinita (Ct).

4.7 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, saturação por sódio e condutividade elétrica, que podem contribuir para o desenvolvimento dos processos de salinização e sodificação.

O Neossolo Regolítico Psamítico solódico (perfil 1), pode ser considerado irrigável, apresentando condutividade hidráulica saturada (K) da ordem de 183,60 cm/h (Tabela 13) conforme Reichardt (1987), este solo tem alta condutividade hidráulica, 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.

Tabela 13 Condutividade hidráulica saturada dos solos estudados

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

Aliado a isto este solo possui, em média, 80 % de areia e 65% 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.

Os critérios para controle da salinidade devem ser baseados na quantidade de água necessária para promover a lixiviação dos sais maior do que a ascensão capilar. Freqüentemente, a profundidade requerida do lençol freático para o controle da salinidade é relacionada ao fluxo de ascensão capilar no solo, como resultado de um nível constante do lençol freático e de uma camada superficial extremamente seca. Tais condições indicam que, na ausência de chuva ou irrigação, existe um fluxo constante de água para cima a partir do aquífero. Quando estas áreas são irrigadas e drenadas tais condições não mais existem. Na realidade o fluxo resultante é na direção para baixo, através do solo.

Portanto a ocorrência de encharcamento e/ou salinização destes solos só seria possível na ocorrência simultânea de excesso de aplicação de água via sistema de irrigação inadequada e mal manejada, em conjugação com o substrato rochoso excessivamente plano ou abaciado, o que não acontece na área, que apresenta relevo suave ondulado que favorece a drenagem lateral para as posições rebaixadas próximas às linhas de drenagem.

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 a manutenção de teores favoráveis, destes fatores, para o desenvolvimento das culturas.

O Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico léptico (perfil 2), foi considerado inapto para a agricultura irrigada, devido principalmente a sua pequena profundidade efetiva, o que acarretaria possível formação de lençol freático próximo a superfície, além de uma ascensão de sais de sódio, até a área de absorção das raízes.

O Planossolo Natrico Órtico típico (perfil 3), também foi considerado inapto para a utilização com agricultura irrigada, devido a ocorrência de uma barreira (K horizonte inferior $< 1/10$ de K horizonte superior) a 27cm da superfície do solo, o que possibilitaria a formação de um lençol suspenso raso e ascensão de sais já que os horizontes inferiores são sódicos, além da grande suscetibilidade a erosão. Segundo 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 a erosão

As características químicas e físicas do Luvissole Crômico Órtico sódico sálico (perfil 4), 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 13), tornam este solo não apto a agricultura irrigada.

5 Conclusões e Recomendações

Conclusões:

1 – Distribuição dos solos na paisagem

- Os Neossolos Regolíticos (perfis 1 e 2) estão intimamente relacionados com o material de origem e a sua posição no relevo, sendo que, os mais profundos estão ligados às posições mais elevadas e preservadas, enquanto que os menos profundos ocupam as posições intermediárias. Por sua vez, o Planossolo Nátrico (perfil 3) está relacionado com as posições inferiores do relevo e o Luvissole Crômico (perfil 4) com a ocorrência do material de origem.

2 – Aptidão dos solos para irrigação

- O Neossolo Regolítico Psamítico solódico (perfil 1) foi considerado um solo apto ao uso com agricultura irrigada devido a seu baixo risco de ocorrência de encharcamento e salinização porém, necessitando de um maior nível de tecnologia para ser irrigado, devido a sua baixa fertilidade natural e baixa retenção e disponibilidade de água. Por outro lado o Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico (perfil 2) foi considerado inapto ao uso com a agricultura irrigada devido, principalmente, a sua pouca profundidade efetiva, acarretando um risco de formação de lençol freático próximo a superfície.
- O Planossolo Nátrico Órtico típico (perfil 3), foi considerado inapto ao uso com agricultura irrigada devido a presença de barreira próximo a superfície (27cm), o que possibilita a formação de lençol freático e ascensão de sais, já que os horizontes inferiores possuem o caráter sódico, além de grande susceptibilidade a erosão.
- O Luvissole Crômico Órtico sódico sálico, tem sua ocorrência ligada às rochas da unidade Mulungu. Este perfil foi considerado inapto a agricultura irrigada, devido a sua baixa condutividade hidráulica e seu caráter sódico e sálico, apesar de possuir alta fertilidade natural.

Recomendações para o SiBCS

- Sugere-se a inclusão do caráter sódico no quarto nível categórico do Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico léptico, pois o mesmo é de grande significância para o uso deste solo com agricultura irrigada.
- Sugere-se que no grande grupo dos Luvisolos Crômicos Órticos, no quarto nível categórico, seja incluído o caráter sálico e sódico
- Sugere-se ainda uma modificação na definição do horizonte B plânico visando o enquadramento de solos que não possuem mudança textural abrupta, porém, possuam uma transição abrupta, com um limite drástico, que configure um fraturamento muito nítido entre os horizontes A ou E e o B, particularmente quando secos, na classe dos Planossolos.

6 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, B.G., **Avaliação do manejo com irrigação em solos Bruno Não Cálcico do Estado de Sergipe**. 1995. 117p Dissertação (Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BASTOS, D.C.O.; **Manejo da salinidade em irrigação localizada: análise da alternativa de lixiviação incompleta**. 2004, 90p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BATISTA, M.J.; NOVAIS, F; SANTOS, D.G. & SUGUINO, H.H. **Drenagem de solos no combate a desertificação**. Brasília, SRH, 203 p. 1999.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral, Programa de levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Brasília, 1988.

_____. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1983. 856p (Levantamento de Recursos Naturais, 30).

BRITO NEVES, B.B. de. **Regionalização Geotécnica do Pré-Cambriano Nordeste**. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975. 198 p.

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. **Projeto Xingó**, estudos de pré-viabilidade. Porto Alegre: ECOPLAN/CODEVASF, 2000. 446p.

DELGADO, M.I. **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**, Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. CPRM. 156p. Brasília, 2001.

DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1977. 1244 p.

DNPM, **Mapa geológico projeto complexo Canindé de São Francisco**, Brasília, 1981. Mapa color., 81 cm X 57,5 cm. Escala 1: 100.000

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada: Região Nordeste**. Brasília, 1989. (Documentos, 9)

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília:EMBRAPA-SPI, 1999. 412 p.

FAO, **Guidelins for Predicting Crop Waterrequirements**. Food and agriculture administration. FAO, ROME, 144 p. 1977

FREIRE, M.B.G. dos S., RUIZ, H. A., RIBEIRO, M. R. *et al.* **Estimativa do risco de sodificação dos solos de Pernambuco pelo uso de água salina**. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Maio/Agosto. 2003, v.7, n°.2, p.227-232.

GRIM, R. E. **Clay mineralogy**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1968. 596 p.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI', A.C.; SILVA, F.B.R. E; *et .al.* **Levantamento Exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. Recife. EMBRAPA, 1975. 506p. (Boletim técnico, 36).

JACSKON, M. L. **Soil chemical analysis: advance Course**. 29. ed. Madison, 1975. 895 p.

LEINZ, V.; CAMPOS, J.E.S. **Guia para determinação de minerais**. 8 ed. São Paulo: Nacional, 1979. 149 p.

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. 83 p.

LUZ, L. R. Q. P. da; **Pedogênese em uma Topossequência do Semi-Árido de Pernambuco**. 1989, 96p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LUZ, L. R. Q. P. da; SANTOS, M. C. D. & MERMUT, E. R.; Pedogênese em uma Topossequência do Semi-Árido de Pernambuco. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 16, 1992.

MARQUES, F.A. **Caracterização e Classificação de Solos da Ilha de Fernando de Noronha (PE)**. 2004, 101p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MOORE, D. M.; REYNOLDS, R.C. **X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerals**. Oxford: Oxford University Press, 1989. 332 p.

OLIVEIRA NETO, M. B.; **Pedogênese de uma Topossequência no Agreste de Pernambuco**. 1992, 142p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

NTIM, B. & IRVINE, D. **Soil and groundwater pollution from agricultural activities, Technical documents in hydrology**. UNESCO, Paris, 1998.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414 p.

OLIVEIRA, L. B. **Solos Planossólicos do Sertão de Araripe: Caracterização, Classificação e Gênese**. 2002, 107p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PARAHYBA, R. B. V.; **Gênese de Solos Planossólicos do Agreste de Pernambuco**. 1993, 152p. Dissertação(Mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

REICHARDT, K.; **A Água em Sistemas Agrícolas**. Manole, São Paulo, 1990. 188p.

RIBEIRO, M.R., FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A.A.A., **Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável**. Tópicos em ciência do solo, SBCS, 2003, V.3, p 165-208.

SANCHES, P. **Properties and Management of Soil in the Tropics**. New York, John Wiley. 1976

SERGIPE. Superintendência da Agricultura. **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.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste-Sergipe.** Recife, 1990. (Série Pluviometria, 8)

WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W.R. X-Ray Diffraction Techniques In: American Society of Agronomy – Soil Science Society of American Madison, Wisconsin, USA. **Methods of Soil Analysis**, part I. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph nº9, 1986, Chapter 12, p. 331-359.

ABSTRACT

SOILS OF THE XINGÓ PROJECT: Characterization and limitations to irrigated land use.

Soil research aiming irrigated land use have great importance in the semiarid Sertão zone of Sergipe state. With this purpose, four soil profiles were characterized and classified along a topossequence, including two Regolithic Neosols, a Planosol and a Luvisol. The objectives were to evaluate soil potential for irrigated land use and to produce information to improve the Brazilian System of Soil Classification. Soil morphological, chemical, physical and mineralogical characterization was carried out according to methods recommended by Embrapa (1999). The first profile, classified as solodic Psamitic Regolithic Neosol is a deep soil related with the highest and preserved position of the relief. It was considered suitable for irrigated land use, with good drainage and low risk of salinization, despite the low natural soil fertility and water availability. The second soil profile, a leptic, sodic, fragipanic, Eutric Regolithic Neosol is related to the mid slope positions and has low natural soil fertility. It was considered unsuitable for irrigated land use due to its small depth to the impermeable bedrock. The third studied soil classified as typic Orthic Natric Planosol is unsuitable for irrigated land use and related to the lowest positions of the relief. The presence of a shallow barrier zone (27cm) which restrict the downward movement of water is the main limitation, resulting in watertable formation and high susceptibility to erosion. Profile four was classified as sodic-salic Orthic Cromic Luvisol and is related with the occurrence of the Mulungu unit bedrocks. The low hydraulic conductivity, together with an excess of soluble salts and high exchangeable sodium percentage make this soil unsuitable for irrigation, despite its high natural fertility. The Regolithic Neosol (profile 1) was adequately classified in the Brazilian System of Soil Classification, while the other three profiles were not, the Planosol, at the order level, and the Neosol (profile 2) and Luvisol, at the subgroup level. To overcome these problems a modification in the definition of the planic B horizon and the inclusion of new subgroups for Luvisols and Regolithic Neosols were suggested.

ANEXO 1

**Dados morfológicos e analíticos do Neossolo Regolítico Psamítico típico A
fraco (perfil 1).**

SOLOS DO PROJETO XINGO: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES PARA O USO COM AGRICULTURA IRRIGADA.

PERFIL - 01

DATA – 23/03/2004

CLASSIFICAÇÃO – Neossolo Regolítico Psamítico solódico A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano (SiBCS, 1999).

COORDENADAS – UTM 630100/8922628

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em topo plano de suave elevação com 0 a 2.5% de declividade, sob cultura de palma.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Granodiorito. Pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito da rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano a suave ondulado, formado por elevações com declives de 0 a 5% e topos planos.

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga hiperxerófila.

USO ATUAL – Pastagem, Culturas de palma e milho

CLIMA - BSsh', da classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR – L.A.C. Fernandes, M.R. Ribeiro e J.F.W.F. Lima

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-11cm; 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 – 11-32cm; 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 – 32-80cm; 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- 80-135cm; 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 - 135-160cm; 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 – 160cm+; embasamento rochoso

RAÍZES - Muitas em Ap, C1, C2; comuns no Cn; poucas no Cxn

OBSERVAÇÕES – Presença de poucos calhaus de quartzo ao longo do perfil,

aumentando em profundidade.

Análises Físicas e Químicas - Projeto Xingó

Perfil – 1

Solo: NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico solódico A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano

Horizontes	Frações da amostra total (%)	Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade (t m ⁻³)		Porosidade (%)			
		Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm				Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm		solo	partículas	
Ap	0-11	1	3	96	449	416	71	64	44	31	1,10	1,71	2,60	34
C1	11-32	0	4	96	625	223	78	74	57	23	1,05	1,73	2,62	34
C2	32-80	2	4	94	674	167	78	81	65	20	0,97	1,77	2,64	33
Cn	80-135	12	13	75	608	180	110	102	89	13	1,07	1,81	2,60	30
Cxn	135-160	11	15	74	615	140	118	127	122	4	0,93	1,61	2,60	38

Horizonte s	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c , kg ⁻¹)								Valor V (%)	m (%)	PST (%)
	Água	KCl 1 N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T (Soma)			
Ap	5,5	4,5	0,8	0,1	0,09	0,02	1,1	0,1	0,5	1,6	68	4	1
C1	4,9	4,0	0,1	0,1	0,32	0,04	0,5	0,4	0,1	1,0	52	42	3
C2	4,7	4,0	0,1	0,1	0,34	0,04	0,6	0,5	0,0	1,1	53	47	3
Cn	4,7	4,0	0,1	0,1	0,26	0,11	0,5	0,5	0,0	1,0	50	50	11
Cxn	5,0	4,0	0,1	0,2	0,14	0,18	0,7	0,4	0,0	1,1	62	38	17

Horizontes	P Disponível (mg kg ⁻¹)	C (orgânico) (g kg ⁻¹)	M.O. (g kg ⁻¹)	pH	Pasta Saturada		Atributos Hídricos (%)		
					C,E, do Extrato	θ (%)	Umidade -0,010MPa	Umidade -1,52MPa	Água Disponível
Ap	0,13	8,16	14,06	6,59	0,2	19,4	4,33	1,58	2,75
C1	0,00	4,49	7,75	6,14	0,1	18,1	4,39	1,52	2,87
C2	0,00	2,42	4,18	5,58	0,1	17,9	5,75	1,86	3,88
Cn	0,00	3,31	5,71	5,5	0,4	31,7	6,38	2,33	4,05
Cxn	0,00	2,25	3,87	5,2	0,5	13,7	6,04	2,97	3,07

CASCALHOS, CALHAUS E AREIAS

Horizonte Ap

Cascalho

- 90% quartzo angulares e subangulares, 7% de fragmentos de rocha, 3% de feldspatos

Areia grossa

- 96% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, 1% de Muscovita, 1% de Epidoto, fragmentos de rocha, biotita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

Quartzo 94% (Pertencente a classe 2 – subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa)
2% de Feldspatos, 1% de Muscovita, 3% de Epidoto, fragmentos de rocha, biotita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Horizonte C1

Cascalho

- 85% de quartzo angulares e subangulares, 10% de fragmentos de rocha, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 96%Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa), 2% de Feldspatos, 1% de Muscovita, 1% de Fragmentos de rocha, biotita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

- Quartzo 97% subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 1% de Feldspatos, 1% de Muscovita, 1% de Epidoto e minerais opacos.

Horizonte C2

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos principalmente de quartzo

angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos

Cascalho

- 82% de quartzo angulares e subangulares, 13% de fragmentos de rocha, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 96% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, 2% de Muscovita, fragmentos de rocha, biotita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Feldspatos , muscovita, fragmentos de rocha, biotita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos

Horizonte Cn

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo, angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 80% de quartzo angulares e subangulares, 15% de fragmentos de rocha, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 96% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, 2% de Muscovita, fragmentos de rocha, biotita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Feldspatos , muscovita, fragmentos de rocha, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos

Horizonte Cxn

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 60% de fragmentos de rocha, 35% de quartzo angulares e subangulares, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 85% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 10% de Fragmentos de rocha, 3% de Feldspatos, 2% de Muscovita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

- 95% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Fragmentos de rocha, 3% de Feldspatos , muscovita, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos

ANEXO 2

**Dados morfológicos e analíticos do Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico
sódico léptico A fraco (perfil 2).**

SOLOS DO PROJETO XINGO: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES PARA O USO COM AGRICULTURA IRRIGADA.

PERFIL - 02

DATA – 23/03/2004

CLASSIFICAÇÃO – Neossolo Regolítico Eutrófico fragipânico sódico léptico A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado (SiBCS, 1999).

COORDENADAS – UTM 628748/8924529

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em terço médio de encosta de suave elevação com 2.5 a 5% de declividade, sob Caatinga hiperxerófila.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Granodiorito. Pré-cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito da rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – Suave ondulado

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga hiperxerófila.

USO ATUAL – Pastagem natural em área preservada

CLIMA - BSsh', da classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR – L.A.C. Fernandes, M.R. Ribeiro e J.F.W.F. Lima

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Apn - 0-13cm; 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 – 13-42cm; bruno (10YR 5/3, úmido), areia-franca com cascalho; fraca pequena a média blocos subangulares; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.

Cn2 – 42-57cm; 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 – 57-80cm; 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.

R – 80cm+; embasamento rochoso

RAÍZES - **Muitas no Apn, comuns no Cn1; poucas Cn2; ausentes no Cxn**

Análises Físicas e Químicas - Projeto Xingó

Perfil – 2

Solo: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico sódico léptico A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado

Horizontes	Profundidade (cm)	Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Silte argila	Densidade (t m ⁻³)		Porosidade (%)
		Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm				Solo	partículas	
Anp	0-13	1	12	87	668	186	86	59	49	17	1,46	1,81	2,59	30
Cn1	13-42	6	6	88	612	209	105	74	60	19	1,41	1,80	2,57	30
Cn2	42-57	4	18	78	638	170	113	79	67	15	1,43	1,89	2,61	28
Cnx	57-80	12	14	74	409	297	131	162	139	14	0,81	1,64	2,63	38

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							Valor V (%)	m (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1 N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺				Valor T (Soma)
Anp	5,5	4,5	0,5	0,1	0,10	0,21	0,9	0,6	0,0	1,3	69	38	16
Cn1	5,6	4,2	0,1	0,1	0,07	0,13	0,4	0,2	0,2	0,8	50	33	17
Cn2	5,9	4,4	0,1	0,1	0,06	0,10	0,4	0,3	0,0	0,6	66	43	17
Cnx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Horizontes	P Disponível (mg kg ⁻¹)	C (orgânico) (g kg ⁻¹)	M.O. (g kg ⁻¹)	pH	Pasta Saturada		Atributos Hídricos (%)		
					C.E. do Extrato	θ (%)	Umidade -0,010MPa	Umidade -1,52MPa	Água Disponível
Anp	0,00	5,32	9,17	6,83	0,9	17,7	4,70	1,36	3,34
Cn1	0,00	2,36	4,08	5,67	0,4	15,5	5,10	1,48	3,62
Cn2	0,00	0,59	1,02	6,23	0,3	14,7	5,90	2,42	3,48
Cnx	-	-	-	5,45	0,5	18,0	7,16	3,36	3,80

CASCALHOS, CALHAUS E AREIAS

Horizonte Apn

Cascalho

- 80% quartzo angulares e subangulares, 15% de fragmentos de rocha, 5% de feldspatos. Horizonte Ap

Areia grossa

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, 1% de Muscovita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos .

Areia Fina

- 98% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Fragmentos de rocha, feldspatos, muscovita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos

Horizonte Cn1

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo, angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 80% de quartzo angulares e subangulares, 15% de fragmentos de rocha, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, 1% de Muscovita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

- 98% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, muscovita, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Horizonte Cn2

Calhau

- 95% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo, angulares e subangulares, 5% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 72% de quartzo angulares e subangulares, 23% de fragmentos de rocha, 7% de feldspatos

Areia grossa

- 96% de Quartzo (Pertencente a classe 2 – subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 2% de Feldspatos, 2% de Fragmentos de rocha, muscovita, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Areia Fina

- 98% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Fragmentos de rocha, feldspatos, muscovita, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos.

Horizonte Cxn

Calhau

- 90% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares, 10% de fragmentos de rocha compostos de quartzo± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 65% de fragmentos de rocha,30% de quartzo angulares e subangulares, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 50% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 40% de Fragmentos de rocha compostos de quartzo± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais

opacos, 5% de Feldspatos, 5% de Muscovita, traços de Biotita e minerais opacos.

Areia Fina

- 59% de Muscovita e biotita, 40% de Quartzos subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, poucos recobertos por crosta ferruginosa, 1% de Feldspatos, fragmentos de rocha, minerais opacos.

ANEXO 3

**Dados morfológicos e analíticos do Planossolo Nátrico Órtico típico A fraco
(perfil 3).**

SOLOS DO PROJETO XINGO: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES PARA O USO COM AGRICULTURA IRRIGADA.

PERFIL - 03

DATA – 24/03/2004

CLASSIFICAÇÃO – PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado (SiBCS, 1999).

COORDENADAS – UTM 629217 / 8926393.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em terço inferior de encosta com 2,5 a 5,0% de declividade, sob vegetação de campo secundário.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Gnaiss. Pré-cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito da rocha do embasamento com influência de material transportado nos horizontes superiores.

PEDREGOSIDADE - Poucos calhaus na superfície.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – Suave ondulado

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM - imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga hiperxerófila com catingueira, facheiro, baraúna.

USO ATUAL – Campo secundário utilizado como pastagem nativa

CLIMA - BSsh', da classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR – L.A.C. Fernandes, M.R. Ribeiro e J.F.W.F. Lima

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-10cm; 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 - 10-27cm; bruno (10YR 5/3, úmido); franco-arenosa cascalhenta; maciça moderadamente coesa; muitos poros; muito dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

Btn - 27-60cm; 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 - 60-83cm; 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 - 83-140cm+; bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido); franco-argilo-arenosa; maciça; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES - Muitas em Ap e E; raras em Btn e BCn; ausentes no C/Cr.

OBSERVAÇÕES – O topo do C/Cr apresenta uma linha de calhaus de quartzo.

Análises Físicas e Químicas - Projeto Xingó

Perfil – 3

Solo: PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico A fraco textura média (leve)/média

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade (t m ⁻³)		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm				Solo	partículas	
Ap	0-10	4	2	94	393	256	157	194	54	72	0,81	1,48	2,55	34
E	10-27	5	4	91	481	195	127	197	60	70	0,64	1,55	2,51	38
Btn	27-60	6	3	91	352	167	147	334	134	60	0,44	1,86	2,56	27
BCn	60-83	13	4	83	311	208	184	297	247	17	0,63	1,83	2,58	29
C/Cr	83-140+	11	6	83	371	180	145	304	221	27	0,48	1,93	2,64	27

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							Valor V (%)	m (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1 N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺				Valor T (Soma)
Ap	7,8	6,7	3,3	0,2	0,50	0,15	4,2	0,0	0,1	4,3	98	0	4
E	7,5	6,2	3,0	0,3	0,25	0,18	3,8	0,0	0,2	4,0	95	0	4
Btn	7,0	4,8	3,1	5,0	0,07	1,58	9,8	0,0	0,3	10,1	97	0	16
BCn	7,5	4,9	3,3	5,7	0,07	1,44	10,5	0,0	0,3	10,8	97	0	13
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

Horizontes	P Disponível (mg kg ⁻¹)	C (orgânico) (g kg ⁻¹)	M.O. (g kg ⁻¹)	pH	Pasta Saturada		Atributos Hídricos (%)		
					C.E. do Extrato	θ (%)	Umidade -0.010MPa	Umidade -1.52MPa	Água Disponível
Ap	2,02	8,99	15,49	7,90	0,5	22,3	11,78	4,47	7,32
E	0,72	4,73	8,15	8,00	0,4	18,8	11,20	4,32	6,88
Btn	0,26	1,54	2,65	7,55	0,2	28,4	17,32	9,46	7,86
BCn	3,14	1,54	2,65	7,40	0,3	27,5	18,03	10,15	7,88
Cn/Crn	4,61	1,42	2,45	8,56	0,6	33,8	18,39	10,20	8,19

CASCALHOS, CALHAUS E AREIAS

Horizonte Ap

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos quartzo angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 50% de quartzo angulares e subangulares, 45% de fragmentos de rocha compostos quartzo angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 95% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos cor cinza e ter habito tubular, 2% de Feldspatos, 3% de Muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios..

Areia Fina

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 3% de Feldspatos, muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios..

Horizonte E

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos principalmente de quartzo angulares e subangulares± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos

Cascalho

- 50% de quartzo angulares e subangulares, 45% de fragmentos de rocha± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 96% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão

de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 1% de Feldspatos, 3% de Muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios. .

Areia Fina

- 98% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 2% de Feldspatos , muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios.

Horizonte Bt

Calhau

- 100% de fragmentos de rocha compostos principalmente de quartzo angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 50% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 46% de quartzo angulares e subangulares, 4% de feldspatos.

Areia grossa

- 96% de Quartzo angulosos a muito anguloso, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e forma tubular, 1% de Feldspatos, 3% de Muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios..

Areia Fina

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 3% de Feldspatos, muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios.

Horizonte BCn

Calhau

- 90% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 10% de fragmentos de rocha compostos de quartzo, feldspatos e micas.

Cascalho

- 60% de fragmentos de rocha, ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 35% de quartzo angulares e subangulares, 5% de feldspatos.

Areia grossa

- 96% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 1% de Feldspatos, 3% de Muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios..

Areia Fina

- 97% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 3% de Feldspatos, muscovita, biotita, magnetita, fragmento de rochas, epidoto, agregado /concreção argilosa, minerais opacos e anfibólios..

Horizonte Cn/Crn

Calhau

- 50% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares com feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 50% de fragmentos de rocha compostos de quartzo, feldspatos e micas.

Cascalho

- 70% de fragmentos de rocha compostos por quartzo angulares e subangulares ± feldspatos ± muscovita ± biotita ± minerais opacos, 20% de quartzo angulares e subangulares, 10% de feldspatos.

Areia grossa

- 85% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 5% de Fragmento de rochas compostos de quartzo ± feldspatos ± muscovita ± minerais opacos, 5% de Feldspatos, 2% de Magnetita, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 1% de Minerais opacos, agregado /concreção argilosa e anfibólios.

Areia Fina

- 55% de Quartzo subangulosos a subarredondados, transparentes e hialinos, alguns recobertos por crosta ferruginosa e com inclusão de minerais opacos de cor cinza e habito tubular, 40% de Micas (biotita e muscovita), 1% de Fragmento de rochas, 4% de Feldspatos, traços Minerais opacos, agregado /concreção argilosa e anfibólios.

ANEXO 4

**Dados morfológicos e analíticos do Luvisolo Crômico Órtico sódico sálico A
fraco (perfil 4).**

SOLOS DO PROJETO XINGO: CARACTERIZAÇÃO E LIMITAÇÕES PARA O USO COM AGRICULTURA IRRIGADA.

PERFIL - 04

DATA – 24/03/2004

CLASSIFICAÇÃO – Luvissole Crômico Órtico sódico sálico A fraco fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado (SiBCS, 1999).

COORDENADAS – UTM 628943/8928538

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -

Trincheira situada em terço superior de encosta de suave elevação com 2.5 a 5% de declividade, sob Caatinga hiperxerófila.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA -

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito da rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – Suave ondulado

EROSÃO – Laminar moderada a severa.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga hiperxerófila.

USO ATUAL – Campo secundário com muito mata pasto, pastagem plantada e nativa.

CLIMA - BSsh', da classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR – L.A.C. Fernandes, M.R. Ribeiro e J.F.W.F. Lima

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

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 –07-40cm; 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 –40-69cm; 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 – 69-95cm+; 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 – 95cm+; embasamento rochoso com partes intemperizadas.

RAÍZES - Muitas no Ap, comuns no Bt; poucas BC ; raras no Cr/R

OBSERVAÇÕES – 1. O solo possui uma crosta laminar na superfície com 0.5 cm de espessura.

2. Presença de calhaus ao longo do perfil.

Análises Físicas e Químicas - Projeto Xingó

Perfil – 4

Solo: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico sódico sálico A fraco textura média/argilosa

Horizontes	Profundidade (cm)	Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Silte argila	Densidade (t m ⁻³)		Porosidade (%)
		Calhaus >20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm				solo	partículas	
Apn	0-7	10	10	80	277	119	283	320	221	31	0,88	1,56	2,54	37
Btn	07-40	13	1	86	260	56	187	497	411	17	0,38	1,89	2,65	29
BCnz	40-69	9	1	90	288	50	211	450	58	87	0,47	1,75	2,63	33
Cnz	69-95+	17	5	77	303	66	264	367	51	86	0,72	1,63	2,62	38

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)							Valor V (%)	m (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1 N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺				Valor T (Soma)
Apn	7,4	6,2	7,6	0,4	0,62	0,55	9,2	0,0	0,3	9,5	97	0	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
BCnz	8,1	6,7	8,1	4,1	0,10	4,81	17,1	0,0	0,0	17,1	100	0	28
Cnz	8,1	6,9	7,3	3,8	0,10	3,30	14,5	0,0	0,0	14,5	100	0	23

Horizontes	P Disponível (mg kg ⁻¹)	C (orgânico) (g kg ⁻¹)	M.O. (g kg ⁻¹)	pH	Pasta Saturada		Atributos Hídricos (%)		
					C.E. do Extrato	θ (%)	Umidade -0,010MPa	Umidade -1,52MPa	Água Disponível
Apn	3,62	11,59	19,97	8,3	0,5	32,6	21,77	8,76	13,02
Btn	0,00	6,15	10,60	7,55	3,6	50,8	23,92	12,69	11,23
BCnz	0,52	4,85	8,36	7,75	10,5	48,9	25,23	13,02	12,21
Cnz	1,67	3,07	5,30	7,57	14,0	44,9	24,40	12,20	12,20

CASCALHOS, CALHAUS E AREIAS

Horizonte Apn

Calhau

- 70% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos, 30% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares.

Cascalho

- 70% de fragmentos de rocha de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos, 20% de quartzo angulares e subangulares, 10% de feldspatos.

Areia grossa

- 87% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Fragmento de rochas, 2% de Feldspatos, 2% de Minerais opacos, 2% de Agregado /concreção manganosas, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 1% de Agregado /concreção argilosa, 1% de Magnetita, zircão e epidoto.

Areia Fina

- 95% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 1% de Minerais opacos, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 2% de Fragmento de rochas, feldspatos, agregado /concreção manganosas, agregado /concreção argilosa, magnetita, zircão e epidoto.

Horizonte Btn

Calhau

- 65% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita, 25% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares alem de feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos.

Cascalho

- 75% de fragmentos de rocha de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos, 23% de quartzo angulares e subangulares, 2% de feldspatos.

Areia grossa

- 85% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 5% de Fragmento de rochas, 2% de Minerais opacos, 1% de Feldspatos, 1% de Agregado /concreção manganosas, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 4% de Agregado /concreção argilosa, magnetita, zircão, Limonita/goethita.

Areia Fina

- 92% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Minerais opacos, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 3% de Fragmento de rochas, feldspatos, agregado /concreção manganosas, agregado /concreção argilosa, magnetita, zircão e epidoto.

Horizonte BCnz

Calhau

- 65% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos, 25% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares além de feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos.

Cascalho

- 90% de fragmentos de rocha composta de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita, ± minerais opacos, 8% de quartzo angulares e subangulares e 2% de feldspatos.

Areia grossa

- 85% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 5% de Fragmento de rochas, 2% de Agregado /concreção argilosa, 2% de Minerais opacos, 1% de Feldspatos, 1% de Agregado /concreção manganosas, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 2% de Magnetita, zircão, Limonita/goethita.

Areia Fina

- 93% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Minerais opacos, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 3% de Fragmento de rochas, feldspatos, agregado /concreção

manganosas, agregado /concreção argilosa, magnetita, zircão e epidoto.

Horizonte Crnz

Calhau

- 70% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos, 30% de fragmentos de rocha compostos basicamente de quartzo angulares e subangulares alem de feldspatos ± biotita ± minerais opacos.

Cascalho

- 90% de fragmentos de rocha compostos de quartzo ± feldspatos ± biotita ± muscovita ± minerais opacos, 9% de quartzo angulares e subangulares, 1% de feldspatos.

Areia grossa

- 70% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 20% de Fragmento de rochas, 3% de Minerais opacos, 2% de Feldspatos, 2% de Agregado /concreção manganosas, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 1% de Agregado /concreção argilosa, magnetita, zircão, Limonita/goethita.

Areia Fina

- 90% de Quartzo angulosos a muito angulosos, na maioria recobertos por crosta ferruginosa, 3% de Minerais opacos, 2% de Agregado /concreção manganosas, 2% de Fragmento de rochas, 1% de Muscovita, 1% de Biotita, 1% de Feldspatos, agregado /concreção argilosa, limonita/goethita, magnetita, zircão e epidoto.