

LINDOMÁRIO BARROS DE OLIVEIRA

MINERALOGIA, MICROMORFOLOGIA, GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE  
LUVISSOLOS E PLANOSSOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS  
METAMÓRFICAS NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Solos e Nutrição de  
Plantas, para obtenção do título de  
*Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48  
2007

Oliveira, Lindomário Barros de, 1976-  
Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de  
luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas  
metamórficas no semi-árido do Nordeste brasileiro /  
Lindomário Barros de Oliveira. – Viçosa, MG , 2007.  
xviii, 169f. : il. (algumas col.); 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Mauricio Paulo Ferreira Fontes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Solos - Brasil, Nordeste. 2. Solos - Formação.  
3. Solos - Classificação. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

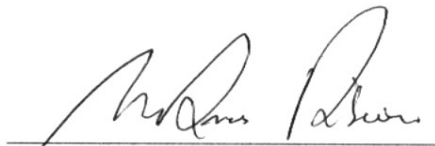
CDD 22.ed. 631.49813

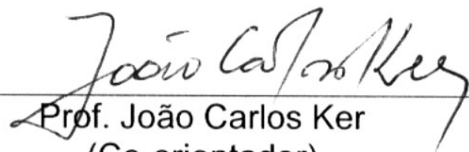
LINDOMÁRIO BARROS DE OLIVEIRA

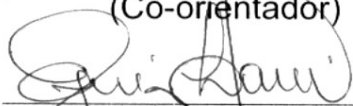
MINERALOGIA, MICROMORFOLOGIA, GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE LUVISSOLOS E PLANOSSOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS METAMÓRFICAS NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

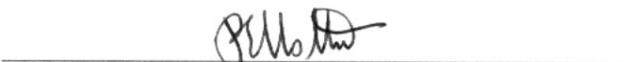
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

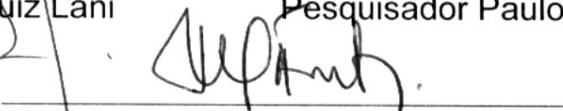
APROVADA: 29 de março de 2007

  
Prof. Mateus Rosas Ribeiro  
(Co-orientador)

  
Prof. João Carlos Ker  
(Co-orientador)

  
Prof. João Luiz Lani

  
Pesquisador Paulo Emilio Ferreira Motta

  
Prof. Mauricio Paulo Ferreira Fontes  
(Orientador)

*Ofereço este trabalho a Ralini,  
minha amada esposa.*

*Dedico este trabalho a todos àqueles, e esses são  
numerosos, que voluntariamente ajudaram-me a  
construí-lo, quando outros tantos, podendo fazê-lo, se  
abstiveram. Tão cedo não esquecerei nem uns e nem  
outros.*

## **AGRADECIMENTOS**

Todo conhecimento humano é, antes de tudo, uma construção coletiva. Dessa forma, expresso meus mais sinceros agradecimentos:

A Deus pela constante presença em minha vida e por permitir que eu tivesse forças para concluir mais um curso.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante a primeira metade do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa.

A Maurício Paulo Ferreira Fontes, professor da UFV, por adotar-me como orientado e concordar com a proposta de trabalho, buscando meios para torná-la possível, e sobretudo por sua orientação nos momentos oportunos.

A Mateus Rosas Ribeiro, professor da UFRPE, pela indispensável colaboração nos trabalhos de campo, pelo apoio logístico para realização de algumas análises químicas e mineralógicas, e pela valiosa orientação ao longo desses janeiros.

A João Carlos Ker, professor da UFV, pelos ensinamentos transmitidos e pelo aconselhamento no decorrer do curso e deste trabalho.

A Sylvia Maria de Araújo, professora da UnB, pela acolhida amistosa, pela preparação das seções delgadas, pelo auxílio na identificação dos minerais nelas contidos e por permitir a utilização dos microscópios nos trabalhos de micromorfologia do solo.

A José Fernando Wanderley Fernandes de Lima, engenheiro agrônomo da UFRPE, por toda ajuda durante os trabalhos de campo e preparação das amostras de solo.

A Brivaldo Gomes de Almeida e José de Almeida Neto pela dedicação com que fizeram a impregnação e preparação dos blocos das amostras indeformadas.

A Maria Betânia Galvão Freire, professora da UFRPE, por permitir a utilização do Laboratório de Química do Solo fora do expediente normal da Universidade.

A João Luiz Lani, professor da UFV, e a Paulo Emílio Ferreira Motta, pesquisador da Embrapa Solos, pelas correções e valiosas sugestões que permitiram a melhoria do texto que compõe este trabalho.

Aos funcionários responsáveis pelos Laboratórios de Solos da UFRPE e da UFV: Anacleto José da Fonseca Júnior, Sidrack José Camilo de Melo e Enéias Luciano B. Queiroz e José Francisco, pela ajuda na realização das análises laboratoriais.

A Ralini Ferreira de Mélo pelo constante apoio, compreensão, auxílio na execução de algumas análises e por tornar mais agradável o transcorrer dos anos.

A Flávio Adriano Marques e sua família pela valiosa acolhida durante minha estada em Recife no período de coleta de amostras.

A Maria do Socorro Santana, secretária do Programa de Pós-Graduação em Solos da UFRPE, pelo esforço para conseguir marcar e remarcar as viagens ao campo e pela ajuda na aquisição de alguns reagentes.

A Luciana Castro, secretária do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da UFV, pela atenção dedicada a cada um dos seus alunos da pós-graduação.

A Marcelo Metri Corrêa pelo indispensável apoio logístico oferecido nos primeiros dias na cidade de Viçosa.

Aos colegas da Pós-Graduação, em especial Cassiano Cremom, César Chagas, Daniela Santos, Danusa Oliveira, Eliane Clemente, Guilherme

Cadineli, Ignácio Apiazu, Roseilton Fernandes e Waldir Carvalho pela agradável convivência.

Aos muitos professores que ao longo desses onze anos contribuíram para minha formação em Ciência do Solo, em especial a prof.<sup>a</sup> Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira pelos primeiros ensinamentos e pela Iniciação Científica e ao prof. Paulo Klinger Tito Jacomine pelo bom exemplo de dedicação a pedologia.

## **BIOGRAFIA**

LINDOMÁRIO BARROS DE OLIVEIRA, filho de Mário João Nicolau de Oliveira e Iva Barros de Oliveira, nasceu em 13 de fevereiro de 1976 em São Bento do Una, PE.

Em março de 1994 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica e em março de 1998 ingressou no curso de Graduação de Professores da Parte de Formação Especial do Currículo do Ensino de 2º Grau, ambos na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Em outubro de 1999 graduou-se Engenheiro Agrônomo e, em março de 2000, foi Licenciado no Setor de Técnicas Agropecuárias. Durante o período de graduação foi monitor, estagiário e bolsista de iniciação científica por três anos consecutivos. Na mesma instituição, iniciou em março de 2000 o curso de Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), obtendo título de mestre em fevereiro de 2002.

Em abril de 2002, iniciou curso de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa. Em outubro de 2004, tornou-se Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, tendo sido nomeado Responsável Técnico pela Unidade Analítica de Fertilizantes e Corretivos do Laboratório Nacional Agropecuário em Pernambuco – LANAGRO-PE, em maio de 2006.



## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| DEDICATÓRIA.....  | pág<br>ii |
| AGRADECIMENTOS.....   | iii       |
| BIOGRAFIA DO AUTOR.....   | vi        |
| LISTA DE TABELAS.....   | x         |
| LISTA DE FIGURAS.....   | xii       |
| RESUMO.....   | xvi       |
| ABSTRACT.....   | xviii     |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL.....   | 1         |
| 1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 3         |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....  | 4         |
| 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE<br>DO BRASIL.....                              | 4         |
| 2.2 LUVISSOLOS.....   | 5         |
| 2.2.1 Definição e características gerais dos Luvissoles.....  | 5         |
| 2.2.2 Classificação e uso agrícola de Luvissoles.....   | 6         |
| 2.2.3 Mineralogia de Luvissoles.....  | 7         |
| 2.2.4 Características micromorfológicas dos Luvissoles.....   | 8         |
| 2.2.5 Gênese de Luvissoles.....   | 9         |
| 2.3 PLANOSSOLOS.....  | 11        |
| 2.3.1 Definição e características gerais.....   | 11        |
| 2.3.2 Classificação e uso agrícola de Planossolos.....  | 11        |
| 2.3.3 Mineralogia de Planossolos.....   | 12        |
| 2.3.4 Gênese de Planossolos.....  | 13        |
| 2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 15        |
| 3 MINERALOGIA DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS<br>METAMÓRFICAS NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA..... | 22        |
| RESUMO.....   | 22        |
| ABSTRACT.....   | 22        |
| 3.1 INTRODUÇÃO.....   | 23        |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....   | 24        |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 27        |
| 3.3.1 Mineralogia das frações areia.....  | 27        |

|   |     |
|---|-----|
| 3.3.2 Mineralogia da fração silte.....  | 28  |
| 3.3.3 Mineralogia da fração argila.....   | 31  |
| 3.3.4 Óxidos de ferro e capacidade de troca de cátions das frações....  | 38  |
| 3.4 CONCLUSÕES.....   | 46  |
| 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 47  |
| 4 MICROMORFOLOGIA E GÊNESE DE LUVISSOLOS E SOLOS ASSOCIADOS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.....   | 54  |
| RESUMO.....   | 54  |
| ABSTRACT.....   | 54  |
| 4.1 INTRODUÇÃO.....   | 55  |
| 4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....   | 57  |
| 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 58  |
| 4.4 CONCLUSÕES.....   | 84  |
| 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 84  |
| 5 MORFOLOGIA, CLASSIFICAÇÃO E GÊNESE DE LUVISSOLOS E PLANOSSOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS METAMÓRFICAS NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO..... | 91  |
| RESUMO.....   | 91  |
| ABSTRACT.....   | 91  |
| 5.1 INTRODUÇÃO.....   | 92  |
| 5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....   | 93  |
| 5.2.1 Caracterização das áreas de estudo.....   | 93  |
| 5.2.2 Análises físicas.....   | 99  |
| 5.2.3 Análises químicas.....  | 100 |
| 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 100 |
| 5.3.1 Atributos morfológicos.....   | 100 |
| 5.3.2 Atributos físicos.....  | 114 |
| 5.3.3 Atributos químicos.....   | 123 |
| 5.3.4 Aspectos taxonômicos.....   | 129 |
| 5.3.5 Considerações pedogenéticas.....  | 129 |
| 5.4 CONCLUSÕES.....   | 132 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 132 |
| 6 CONCLUSÕES GERAIS.....            | 137 |
| Anexos.....                         | 138 |

## LISTA DE TABELAS

|   | pág. |
|---|------|
| <b>Tabela 3.1.</b> Classificação dos solos estudados.....   | 25   |
| <b>Tabela 3.2.</b> Material de origem, componentes climáticos e localização das toposseqüências.....  | 25   |
| <b>Tabela 3.3.</b> Teores de óxidos de ferro extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato ( $Fe_d$ ) e oxalato ácido de amônio ( $Fe_o$ ) e capacidade de troca de cátions (CTC) de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do semi-árido nordestino..... | 39   |
| <b>Tabela 3.4.</b> Valores estimados de substituição isomórfica de Fe por Al em goethitas e hematitas de solos do semi-árido brasileiro.....  | 45   |
| <b>Tabela 4.1.</b> Material de origem, componentes climáticos e localização das toposseqüências.....  | 57   |
| <b>Tabela 4.2.</b> Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino.....   | 62   |
| <b>Tabela 5.1.</b> Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil.....  | 106  |
| <b>Tabela 5.2.</b> Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA), grau de floculação (GF) e relação silte/argila dos solos da toposseqüência I .....  | 115  |
| <b>Tabela 5.3.</b> Densidades do solo e das partículas, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da toposseqüência I.....   | 116  |
| <b>Tabela 5.4.</b> Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF) dos solos da toposseqüência II.....  | 118  |
| <b>Tabela 5.5.</b> Densidades do solo e das partículas, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da toposseqüência II.....  | 119  |
| <b>Tabela 5.6.</b> Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF) dos solos da toposseqüência III.....   | 120  |
| <b>Tabela 5.7.</b> Densidades do solo e partícula, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água   |      |

|   |     |
|---|-----|
| disponível (AD) dos solos da toposseqüência III .....   | 121 |
| <b>Tabela 5.8.</b> Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA), grau de flocculação (GF) e relação silte/argila dos solos da toposseqüência IV.....                   | 122 |
| <b>Tabela 5.9.</b> Densidades do solo e partícula, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da toposseqüência IV..... | 123 |
| <b>Tabela 5.10.</b> Análises químicas de caracterização de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do Semi-Árido nordestino.....   | 125 |

## LISTA DE FIGURAS

|  | pág. |
|--|------|
| <b>Figura 3.1.</b> Difratoograma de raios X da areia fina da camada R do perfil 1. Hbl= hornblenda, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício. ....   | 28   |
| <b>Figura 3.2.</b> Difratoograma de raios X da areia grossa da camada R do perfil 9. Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício..  | 29   |
| <b>Figura 3.3.</b> Difratoogramas de raios X do silte dos horizontes A e Bt do perfil 2. Hbl= hornblenda, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.....  | 29   |
| <b>Figura 3.4.</b> Difratoogramas de raios X do silte dos horizontes A e Bt do perfil 4. Mi= mica, Hbl= hornblenda, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.....  | 30   |
| <b>Figura 3.5.</b> Difratoogramas de raios X do silte dos horizontes A e Bt do perfil 5. Mi= mica, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.....   | 30   |
| <b>Figura 3.6.</b> Difratoogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 1, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita.....                                      | 31   |
| <b>Figura 3.7.</b> Difratoogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 2, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita.....                                      | 32   |
| <b>Figura 3.8.</b> Difratoogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 3, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi/Vm= Interestratificado irregular mica/vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita..... | 33   |
| <b>Figura 3.9.</b> Difratoogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 4, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi/Vm= Interestratificado irregular mica/vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita..... | 33   |
| <b>Figura 3.10.</b> Difratoogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 5, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Es= esmectita; Mi= mica; Ct= caulinita.....                                       | 34   |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 3.11.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 6, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Es= esmectita; Mi= mica; Ct= caulinita.....   | 34 |
| <b>Figura 3.12.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 7, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi= mica; Ct= caulinita.....  | 35 |
| <b>Figura 3.13.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 8, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi= mica; Ct= caulinita.....  | 35 |
| <b>Figura 3.14.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 9, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita, Mi/Ex= interestratificado irregular mica/expansivo, Mi= mica; Ct= caulinita.....  | 36 |
| <b>Figura 3.15.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 10, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Es= esmectita, Vm= vermiculita, Mi= mica; Ct= caulinita.....  | 37 |
| <b>Figura 3.16.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 11, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita, Mi= mica; Ct= caulinita.....   | 37 |
| <b>Figura 3.17.</b> Difractogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 12, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita, Mi= mica; Ct= caulinita.....   | 38 |
| <b>Figura 3.18.</b> Difractogramas de raios X da fração argila do perfil 2 (Luvissole Crômico órtico solódico), após concentração de óxidos.....   | 43 |
| <b>Figura 3.19.</b> Difractogramas de raios X da fração argila do perfil 7 (Luvissole Crômico órtico lítico), após concentração de óxidos.....   | 44 |
| <b>Figura 4.1.</b> Fotomicrografias mostrando: PDR do tipo porfírico e b-fabric granoestriado dos horizontes Bt e BC do perfil 1 (I e II) e Bt do perfil 3 (VIII); escurecimento da matriz por matéria orgânica no horizonte A (III), parte da estrutura em blocos angulares do horizonte Bt (IV) e saussuritização de feldspatos produzindo calcita (V e IV) no horizonte BC do perfil 2; grãos (verdes) de hornblenda e estrutura do tipo complexa no horizonte A do perfil 3..... | 76 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 4.2.</b> Fotomicrografias mostrando: Contextura-b granoestriada e alteração de plagioclásio no horizonte A do perfil 4 e do perfil 5 (I e III); estrutura em blocos angulares no horizonte Bt do perfil 4 (II); PDR do tipo porfírico no horizonte Bt do perfil 5 (IV e V); poros aplanados no BC do perfil 5 (VI); parte da microestrutura fissural do horizonte A (IV) e abundantes flocos de mica parcialmente alterados na camada R do perfil 6..... | 79 |
| <b>Figura 4.3.</b> Fotomicrografias mostrando: argilificação no horizonte Bt e C do perfil 7 (I e II) e na camada R do perfil 8 (III e IV) e no horizonte Cr do perfil 9 (VII e VIII); desargilização do horizonte E (V) e PDR porfírico com contextura-b granoestriada do perfil 9 (VI).....  | 81 |
| <b>Figura 4.4.</b> Fotomicrografias mostrando: PDR porfírico do horizonte Bt1 do perfil 10 (I) e do horizonte Bt do perfil 11 (IV); parte da estrutura em blocos subangulares do horizonte Bt2 do perfil 10 e do Bt do perfil 12; contato entre zonas edafizadas e não-edafizadas no Cr do perfil 10 (III).....  | 83 |
| <b>Figura 5.1.</b> Localização das toposseqüências na Região Nordeste e nos estados de Pernambuco e Paraíba.....   | 94 |
| <b>Figura 5.2.</b> Geologia das áreas de localização das topossequências I e II na Região dos Cariris Velhos, Paraíba (adaptado de Santos et al., 2002).....   | 95 |
| <b>Figura 5.3.</b> Aspecto geral do relevo em área adjacente a de estudo da toposseqüência I (à esquerda) e da vegetação de caatinga hiperxerófila sobre o Perfil 1 (à direita), no município de Prata (PB).....   | 96 |
| <b>Figura 5.4.</b> Balanço hídrico calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), de acordo com Silva (1990), para as áreas dos sítios de estudo.....  | 97 |
| <b>Figura 5.5.</b> Aspecto geral do relevo na área de estudo da toposseqüência II (à esquerda) e da vegetação de caatinga hiperxerófila sobre o Perfil 4 (à direita), no município de Serra Branca (PB).....   | 97 |
| <b>Figura 5.6.</b> Geologia das áreas de localização das toposseqüências III e IV no Sertão Pernambucano (adaptado de Souza (1982) e   |    |



|   |     |
|---|-----|
| CPRM (2001)).....   | 98  |
| <b>Figura 5.7.</b> Aspecto geral do relevo e da vegetação na área de estudo da toposseqüência III (à esquerda) e da Toposseqüência IV (à direita), nos municípios de Serra Talhada e São José do Belmonte (PE)..... | 99  |
| <b>Figura 5.8.</b> Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência I.....  | 102 |
| <b>Figura 5.9.</b> Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência II.....   | 103 |
| <b>Figura 5.10.</b> Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência III.....   | 104 |
| <b>Figura 5.11.</b> Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência IV.....  | 105 |
| <b>Figura 5.12.</b> Veeiros quartzosos observados em área de Luvisolos no município de Ouro Velho (PB), derivados do mesmo gnaiss de Prata (PB), a cerca de 6 km da toposseqüência I.....                           | 131 |

## RESUMO

OLIVEIRA, Lindomário Barros, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, março de 2007. **Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido do Nordeste brasileiro.** Orientador: Mauricio Paulo Ferreira Fontes. Co-Orientadores: Mateus Rosas Ribeiro e João Carlos Ker.

As áreas semi-áridas ocupam aproximadamente 750 mil km<sup>2</sup> do Nordeste brasileiro, o que corresponde à cerca de 60% do território desta Região. Neste domínio bioclimático, excetuando-se as áreas sedimentares Paleo/Mesozóicas, predominam solos pouco a moderadamente desenvolvidos, principalmente das classes dos Neossolos, Luvisolos e Planossolos, que muitas vezes ocorrem associados num complexo padrão de distribuição, dificultando o mapeamento de classes individualizadas, mesmo em levantamentos detalhados. Por outro lado, diferentemente do que ocorre para solos de outras classes, o conhecimento disponível sobre tais solos é relativamente pequeno, muitas vezes restringindo-se as informações produzidas pelos levantamentos em nível exploratório-reconhecimento. Neste contexto, delimitou-se como objetivo para este trabalho estudar a gênese e a classificação de Luvisolos e solos associados, desenvolvidos a partir de rochas metamórficas em ambiente semi-árido, a partir da caracterização macro e micromorfológica, física, química e mineralógica de perfis de solos representativos. Para realização deste estudo foram selecionadas quatro toposseqüências representativas da ocorrência de Luvisolos no semi-árido dos Estados de Pernambuco e Paraíba, sendo duas delas desenvolvidas a partir de gnaisses (Toposseqüência I e II), uma de micaxisto (Toposseqüência III) e outra de filito (Toposseqüência VI). A interpretação dos atributos morfológicos e dos resultados das análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas indica que: a) os solos estudados foram adequadamente classificados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos até o terceiro nível categórico (grandes grupos); b) goethita é o principal óxido de Fe produzido pela pedogênese, independentemente do material de origem; c) não há evidências micromorfológicas que suportem que a argiluviação seja um processo efetivo na formação do gradiente textural dos Luvisolos

estudados; e d) as principais pedofeições observadas estão relacionadas ao intemperismo dos minerais primários, notadamente da biotita, à dinâmica de formação e dissolução dos compostos de Fe, e à reorganização da massa do solo em função das mudanças de umidade decorrentes das alternâncias entre períodos secos e chuvosos.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Lindomário Barros, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, March, 2007. **Mineralogy, micromorphology, genesis and classification of Luvisols e Planosols developed from metamorphic rocks in the semi-arid of Brazilian Northeast.** Adviser: Mauricio Paulo Ferreira Fontes. Co-Advises: Mateus Rosas Ribeiro e João Carlos Ker.

The semi-arid areas of Northeast Brazil have approximately 750,000 km<sup>2</sup>, corresponding to 60% of the total region extension. In this bioclimatic domain, exception for the sedimentary Paleo/Mesozoic areas, the soils have small poor to moderate development degree and are classified as Neosols, Luvisols and Planosols, sometimes surveyed as soil associations, in a complex standard of distribution, making it difficult to separate isolated classes, even in detailed soil surveys. On the other hand, the available knowledge in these soils are relatively small, sometimes restricted to the information produced in the exploratory-reconnaissance soil surveys. In this context, the objective of this work was to study soil genesis and classification of Luvisols and associated soils, developed from metamorphic rocks in the semi-arid environment, based on macro and micromorphological, physical, chemical and mineralogical characterization of representative soil profiles. Four toposequences representative of the occurrence of Luvisols were selected in the semi-arid region of Pernambuco and Paraíba States, two of them developed on gneisses (Toposequence I and II), one micaschist (Toposequence III) and another one on phyllite (Toposequence VI). The interpretation of the morphological attributes and the results of physical, chemical, mineralogical, and micromorphological analyses indicate that: a) the studied soils were adequately classified in the Brazilian System of Soil Classification up to the third categorical level (Great Groups); b) goethite was the main iron oxide produced from pedogenesis, despite the nature of the parent material; c) there were no micromorphological evidences that the clayilluviation was an effective process in the formation of the clay gradient of the studied Luvisols, and d) the main observed pedofeatures were related to the weathering of primary minerals, mainly of the biotite, the dynamics of formation and dissolution of iron compounds, and the rearrangement of the soil mass caused by changes in moisture, during dry and rainy periods.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Durante a realização do XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo no ano de 1999, em Brasília, foi lançado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 1999). O Sistema representa um marco na história nacional da Ciência do Solo e é o resultado do trabalho conjunto de estudiosos que atuam em diversas instituições nacionais de pesquisa. Entretanto, em razão da diversidade ambiental, da extensão do território brasileiro e do reduzido número de pesquisadores que atuam nesta área, as informações até então disponíveis não foram suficientes para permitir sua estruturação até o 5º e 6º níveis categóricos, que são mais adequados para subsidiar a transferência de agrotecnologia – um dos objetivos da Classificação de Solos. Além disso, para algumas classes de solos a estruturação proposta na primeira versão do SiBCS não se mostrou satisfatória.

Por ocasião dos Congressos Brasileiros de Ciência do Solo subseqüentes e durante a realização das VI e VII Reuniões de Classificação, Correlação e Aplicação de Levantamentos de Solos (EMBRAPA, 2000; Ker et al., 2005), foram discutidas várias propostas de alteração e reestruturação do Sistema que foram encaminhadas ao Comitê Executivo do SiBCS, muitas das quais foram incorporadas na segunda edição do Sistema (EMBRAPA, 2006).

As inúmeras discussões e sugestões de alteração que foram feitas, com vistas ao aprimoramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, põem em evidência a necessidade da geração de mais informações sobre os solos brasileiros e da sistematização dos dados até então produzidos.

A região semi-árida brasileira ocupa uma área de aproximadamente 850 mil km<sup>2</sup>, o que corresponde a cerca de 10% do território nacional (Ab'Sáber, 1996; Ab'Sáber, 2003). Concentra-se basicamente na Região Nordeste, onde ocupa cerca de 750 mil km<sup>2</sup> (60% do Nordeste), mas estende-se até o norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Esta região constitui um cenário bastante peculiar e, por vezes, divergente das áreas circunvizinhas, sobretudo no que diz respeito às características bioclimáticas que, dentro de certos limites, condicionam a formação e distribuição dos solos, os tipos e formas de atividades agrossilvopastoris e as atividades e relações sócio-econômicas.

No que concerne à distribuição das classes de solos, a região semi-árida apresenta, com exceção das áreas sedimentares Paleozoicas mais extensas, uma elevada variabilidade que dificulta a separação das classes de solo durante os trabalhos de mapeamento, mesmos quando se trabalha em nível de detalhe. Conseqüentemente, muitas das unidades de mapeamento de solos desta Região são formadas por associações ou complexos de solos e contém um grande número de inclusões.

Diferentemente do que ocorre em outras regiões do País, são raros os estudos sobre mineralogia e micromorfologia dos solos desta região. Mais raros ainda, são aqueles de caráter quantitativo, dos quais destaca-se o de Mota (1997). Isto restringe a interpretação das propriedades dos solos que são diretamente influenciadas pela composição mineralógica, tais como estabilidade de agregados, erodibilidade e adsorção de fosfato, bem como o entendimento dos processos pedogenéticos e intempéricos envolvidos na formação dos solos e na evolução das paisagens locais.

Neste contexto, delimitou-se como objetivo para este trabalho estudar a gênese e a classificação de Luvisolos e Planossolos, desenvolvidos a partir de diferentes rochas metamórficas em ambiente semi-árido, a partir da caracterização macro e micromorfológica, física, química e mineralógica de perfis de solos representativos destas classes no semi-árido dos estados de Pernambuco e da Paraíba.

## 1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. **Os domínios da natureza no Brasil**: potencialidades paisagistas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., Eds. **Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 1-18.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

\_\_\_\_\_. **VI Reunião de correlação, classificação e aplicação de levantamento de solos: guia de excursão de estudos de solos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Colombo: EMBRAPA/ IAC, 2000. 222p

\_\_\_\_\_. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA/SPI/CNPS, 1999. 412p.

KER, J.C.; CARVALHO FILHO, A.; OLIVEIRA, C.V. **Guia de excursão da VII Reunião nacional de correlação e classificação de solos, Minas Gerais, Brasil**. Viçosa: UFV/Embrapa Solos/UFMG, 2005. 153 p.

MOTA, F.O.B. **Mineralogia de solos da região semi-árida do estado do Ceará**. 1997. 205p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL**

A Região Semi-Árida do Nordeste brasileiro ocupa uma área de aproximadamente 750 mil km<sup>2</sup> (Ab'Sáber, 1996; Ab'Sáber, 2003). É um ambiente singular, que abriga o único bioma essencialmente brasileiro que é a Caatinga. Este ambiente apresenta como característica diferencial, em relação aos ambientes continentais circunvizinhos, o clima quente e seco, com precipitações pluviais de pequena monta (entre 250 e 800 mm anuais), irregulares e mal distribuídas ao longo do ano.

O delineamento atual da região semi-árida brasileira ocorreu entre o Terciário e o Quaternário, mas há evidências de que a área semi-árida brasileira variou muito ao longo dos tempos, tornando-se ora mais extensa ora mais restrita (Suguio, 1999; Ribeiro, 2002). As condições semi-áridas possibilitaram o desenvolvimento da vegetação de caatinga e da fauna a ela associada, formando um bioma que, sabe-se hoje, é um dos biomas semi-áridos de maior biodiversidade do Mundo (Leal et al., 2003).

As caatingas caracterizam-se por serem formações xerofíticas, lenhosas, decíduais, em geral espinhosas, com presença de plantas suculentas ou afilas, variando do padrão arbóreo ao arbustivo e com estrato herbáceo estacional (Andrade-Lima, 1981).

A geologia dessa região é formada por rochas Pré-Cambrianas aflorantes (principalmente granitos, gnaisses, xistos, migmatitos e tonalitos) ou por coberturas sedimentares mais recentes e de espessura bastante variável – de centrimétrica a métrica (Petri & Fúlfaro, 1983).

A maior parte dela está contida na chamada Depressão Sertaneja, mas ela se estende pelas áreas mais elevadas do Planalto da Borborema e pelas chapadas residuais provenientes do soerguimento de antigas bacias sedimentares que bordejam a Depressão Sertaneja (Dardanne & Schobbenhaus, 2001).

Em função da grande diversidade dos fatores de formação de solo presentes na região semi-árida, notadamente do material de origem e



do relevo, que são preponderantes na formação e evolução dos solos da região, tem-se a presença de diversas classes de solos, das quais se destacam pela extensão das áreas ocupadas as seguintes: Latossolos (21%), Neossolos Litólicos (19%), Argissolos (15%), Luvisolos (13%), Planossolos (10%), Neossolos Quartzarênicos (9%), Neossolos Regolíticos (4%) e Cambissolos (4%) (Jacomine, 1996).

## **2.2 LUVISSOLOS**

As informações disponíveis sobre os solos da região semi-árida do Nordeste brasileiro que hoje são classificados como Luvisolos são pouco numerosas e encontram-se dispersas em alguns trabalhos que os identificam como Solos Brunos Não-Cálcicos (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1975a, b; Sampaio et al., 1976; Jacomine et al., 1977; Resende, 1983; Jacomine et al. 1986; Sousa, 1986; Almeida, 1989; Resende, 1989; Luz, 1989; Luz et al., 1992; Almeida, 1995; Jacomine, 1996; Mota, 1997; Araújo Filho et al., 2000), mesmo porque a maior parte de tais trabalhos é anterior a publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 1999; 2006). Desta forma, muitas das informações contidas nesta revisão foram obtidas de trabalhos realizados anteriormente a publicação do SiBCS e referem-se apenas a parte dos solos que hoje são classificados como Luvisolos.

### **2.2.1 Definição e características gerais dos Luvisolos**

De acordo como o SiBCS (EMBRAPA, 1999; 2006), são incluídos na classe dos Luvisolos os solos minerais com argila de atividade alta e eutróficos, que apresentam horizonte B textural imediatamente abaixo de um horizonte A fraco ou moderado, ou de um horizonte E, que não satisfazem aos requisitos para enquadramento nas classes dos Plintossolos ou dos Gleissolos.

São solos normalmente pouco profundos, bem a imperfeitamente drenados, com seqüência de horizontes A (e, às vezes, E), Bt e C e que apresentam uma nítida diferenciação entre os horizontes A e

Bt, graças ao contraste de textura e/ou as diferenças de cor e/ou estrutura exibido por eles. Não raro, apresentam pedregosidade superficial, podendo ainda apresentar caráter solódico ou sódico nos horizontes subsuperficiais (EMBRAPA, 1999; 2006).

O horizonte Bt apresenta cores avermelhadas, amareladas e menos freqüentemente, brunadas (castanhas) ou acinzentadas. Já a estrutura é usualmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática composta de blocos angulares e subangulares (EMBRAPA, 1999). Cerosidade e/ou superfícies de compressão são comumente observadas nesse horizonte.

### **2.2.2 Classificação e uso agrícola de Luvisolos**

A classe dos Luvisolos foi criada no SiBCS (1999) para incluir os solos que, de acordo com o esquema de classificação anteriormente utilizado nos levantamentos pedológicos (Camargo et al., 1987; Oliveira et al., 1992) eram classificados como Solos Brunos Não-Cálcicos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Ta Eutróficos, alguns dos Podzólicos Bruno-Acinzentados Eutróficos e dos Podzólicos Vermelho-Escuros Ta Eutróficos (EMBRAPA, 1999; 2006).

Dos solos que hoje integram esta classe, os que anteriormente eram denominados de Solos Brunos Não-Cálcicos estão localizados principalmente na região semi-árida do Nordeste, muito freqüentemente sob vegetação de caatinga. Fora desta Região sua presença tem sido registrada a algumas áreas onde condições locais (principalmente climáticas) favorecem sua formação, como em pequenas áreas na Região dos Lagos, no Estado do Rio de Janeiro (Reunião..., 1979; Oliveira et al., 1992; Carvalho Filho, 2000).

Já os Podzólicos Bruno-Acinzentados têm sua distribuição restrita a poucas extensões de terras nos Estados da Região Sul (Oliveira et al., 1992; IBGE, 2005).

Atualmente são reconhecidas, na ordem dos Luvisolos do SiBCS, duas subordens, cinco grandes grupos e 23 subgrupos (EMBRAPA, 2006).

As principais atividades agropecuárias desenvolvidas nas áreas de ocorrência de Luvisolos no Nordeste brasileiro são: a criação extensiva de bovinos e caprinos e o cultivo de algodão (arbóreo), palma forrageira, milho, feijão e sorgo (Jacomine et al., 1996). Algumas áreas desses solos são, satisfatoriamente, utilizadas com agricultura irrigada no Sertão de Pernambuco (Jacomine, 1996) e Sergipe (Almeida, 1995; Fernandes, 2005).

### **2.2.3 Mineralogia de Luvisolos**

Os Luvisolos são, por definição, solos de argila de atividade alta. Dessa forma, espera-se a priori que haja na fração argila desses solos predomínio de minerais de elevada capacidade de troca cátions (CTC), mormente esmectitas, vermiculitas ou interestratificados que incluam uma dessas fases, ou que pelo menos haja preponderância das propriedades desses minerais sobre as de outros de menor atividade, que ocorram em maiores quantidades. Tal expectativa tem sido confirmada pelos estudos qualitativos realizados por Sousa (1986), Luz (1989), Almeida (1995), Corrêa et al. (2003) e Fernandes (2005), bem como pelos dados semiquantitativos de Almeida (1989), Mota (1997) e Araújo (2000).

Almeida (1995), estudando Luvisolos do Sertão Sergipano, verificou que a argila é constituída predominantemente por esmectita e caulinita, com participação de illita, vermiculita, quartzo e feldspato. Ele observou uma nítida diminuição na expressão dos picos de esmectita e concomitante aumento dos da caulinita no sentido do saprólito para os horizontes superficiais. Como não observou expressivo aumento na intensidade dos picos de esmectita em relação aos dos demais minerais presentes no horizonte Bt, atribuiu a diminuição da intensidade dos picos de esmectita nos horizontes superficiais as perdas por dissolução e/ou araste superficial da esmectita, associadas a transformação em caulinita.

Mota (1997) estudou semiquantitativamente a composição mineralógica de três perfis de Brunos Não-Cálcicos desenvolvidos de gnaisses no município de Canidé/CE. Ele observou predomínio de caulinita em relação a esmectita, vermiculita e mica na argila dos solos. A formação de argilas *in situ* foi apontada por Mota (1997) com sendo o processo responsável pelos teores mais elevados de argila no horizonte Bt. Sua interpretação baseia-se principalmente nos dados mineralógicos semiquantitativos e em observações microscópicas de preparados das diversas frações. Esta explicação, que corrobora a opinião de Resende (1983), explica os teores de argila no horizonte em relação ao horizonte subjacente (BC, C ou Cr), entretanto não é suficiente para explicar a diferença textural observada entre os horizontes A e Bt, comum a muitos Luvissoles.

Dentre os solos da Região das Várzeas de Souza (PB) estudados por Corrêa et al. (2003) têm-se um Luvissole Crômico derivado de rochas pelíticas (folhelhos?) cuja argila apresentou esmectita, ilita, interestratificado vermiculita/esmectita e caulinita como minerais predominantes, com tendência de aumento da expressão dos picos de caulinita no horizonte superficial.

Com relação aos óxidos de ferro presentes em tais solos, não dispõe-se de muitas informações, além daquelas reveladas indiretamente pela relação de Fe oxalato/Fe ditonito apresentadas em alguns trabalhos (Agbenin & Tiessen, 1995; Corrêa et al., 2003), que sugerem uma certa participação de óxidos de ferro de mais baixa cristalinidade.

Fora do Nordeste, os dois perfis de Luvissoles da Região dos Lagos (RJ) estudados por Ibraiano et al. (2004) apresentaram caulinita e esmectita como minerais dominantes, secundados por interestratificado regular mica/esmectita e goethita.

#### **2.2.4 Características micromorfológicas dos Luvissoles**

Estudos sobre a micromorfologia de Luvissoles, são pouco numerosos e relativamente recentes datando da segunda metade da década

de 80, do século passado (Luz, 1989; Luz et al., 1992; Almeida, 1995; EMBRAPA, 1998).

As nítidas diferenças morfológicas observadas entre os horizontes superficiais e subsuperficiais e entre esses e o saprólito têm sido também confirmadas pelas observações micromorfológicas.

De acordo com Almeida (1995), Luvisolos cultivados sob irrigação tendem a apresentar um horizonte superficial mais adensado, o que produz uma modificação na contextura matricial tornando-a mais porfírica do que o encontrado em horizontes superficiais de solos não cultivados, que é do tipo mista gáurico-enaúlico-porfírica. Segundo ele, isso é o resultado da diminuição da porosidade específica ou biológica.

Por outro lado, o horizonte Bt dos perfis estudados por Almeida (1995) apresentou contextura matricial do tipo porfírica, com nítidas separações plásmicas (domínios de argilas), resultantes da reorganização da matriz em resposta as mudanças da umidade do solo, além de argilãs de intemperização e poucos nitidamente atribuíveis a iluviação de argilas. O autor destaca a dificuldade de distinção entre os diferentes tipos de argilãs e a ação destrutiva que a reorganização exerce sobre os argilãs de iluviação, que tendem a serem “absorvidos” pela matriz.

Ibraimo et al. (2004) observaram no perfil por eles classificado como Luvisolo Crômico pálico saprolítico que o caráter bicrômico do solo manifesta-se como bicromia do plasma, com forte segregação de zona hematíticas, com envolvimento de microdeposições amareladas goetíticas, na forma de argilãs, que recobrem poros maiores e formam zonas estriadas, na forma de pápulas. Os argilãs presentes nesse solo eram, em sua maioria, de intemperização ou de estresse. Já o Luvisolo Crômico órtico solódico, por eles estudados, apresentou abundantes revestimentos cutânicos formados tanto por dispersão de argilas e translocação quanto por difusão.

### **2.2.5 Gênese de Luvisolos**

Sob condições semi-áridas os Luvisolos evoluem, principalmente, a partir de saprólitos de rochas cristalinas Pré-Cambrianas,

sobretudo gnaisses e (mica)xistos, podendo ainda formar-se de outros materiais tais como filitos, folhelhos, siltitos, calcários e sedimentos argilo-arenosos. Em muitos casos acredita-se que haja contribuição de materiais mais recentes (das coberturas Cenozóicas) na formação do(s) horizonte(s) superficial(is), respondendo esta dualidade de material de origem pela mudança textural abrupta observada em muitos dos perfis de Luvisolos descritos no Nordeste (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1975a, b; Sampaio et al., 1976; Jacomine et al., 1977; 1986; Luz et al., 1992; Jacomine, 1996; Araújo Filho et al., 2000).

A conotação do próprio nome indica que os processos envolvidos em sua gênese devem favorecer o status de elevada saturação de bases e a formação/acumulação de argila de atividade alta, principalmente no horizonte B (EMBRAPA, 1999). A lenta intemperização dos minerais primários, principalmente de mica e feldspatos, contidos nas frações silte e areia, associada a baixa taxa de remoção dos cátions liberados pela intemperização, favorecem a manutenção deste status.

Como grande parte destes solos apresenta horizonte B textural e, por vezes, horizonte E, é esperado que o processo de argiluviação seja um dos processos de formação envolvidos na sua pedogênese. No entanto, a irrefutável identificação e quantificação de argilãs de iluviação pode ser dificultada não só pela presença de outros tipos de argilãs (de intemperização e estresse), como também pela pedoturbação, promovida pela presença de argilas de atividade alta, que pode destruir boa parte destes argilãs. Esta situação foi constatada por Almeida (1995) para Luvisolos (Solos Brunos Não Cálcicos) do município do Canindé do São Francisco (SE).

A rubefação (ou rubificação) é um outro processo pedogenético que deve estar associado à formação da maioria dos Luvisolos, pois o horizonte B normalmente é mais avermelhado do que os horizontes superficiais e do que o saprolito. Dessa forma o SiBCS (EMBRAPA, 1999; 2006) prevê que os solos desta classe devem apresentar, no horizonte B textural, cores vivas. De acordo com Torrent (1995), a rubefação é um

processo comum em solos desenvolvidos sob condições áridas ou semi-áridas, sendo freqüentemente observado nos solos mediterrâneos.

## **2.3 PLANOSSOLOS**

### **2.3.1 Definição e características gerais**

São classificados como Planossolos os solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A e, ou E seguido por um horizonte B plânico e que não apresentam horizonte plântico acima ou coincidente com o horizonte B plânico e nem horizonte glei acima deste (EMBRAPA, 1999; 2006).

Para os solos desta classe uma das características diferenciais mais marcantes é a nítida diferença entre os horizontes A ou E e o horizonte B plânico, diferença esta causada pela abrupta mudança textural entre tais horizontes. Esta característica é mais facilmente perceptível quando o solo está seco (EMBRAPA, 1999).

Os solos desta classe podem apresentar qualquer tipo de horizonte A ou E. As seqüências de horizontes podem ser: A, AB ou A, E seguidos de Bt, Btg, Btn ou Btng (EMBRAPA, 1999; 2006).

### **2.3.2 Classificação e uso agrícola de Planossolos**

Esta ordem de solos abrange os solos que eram classificados anteriormente como Planossolos, Solonetz-Solodizado e os Hidromórficos Cinzentos abrupticos (EMBRAPA, 1999; 2006).

De acordo com a FAO (1991 apud Spaargaren, 1994), no mundo a área de planossolos é de aproximadamente 130 milhões de hectares, dos quais cerca de 40% estão na América Latina. Todas as regiões do Brasil apresentam áreas de ocorrência de Planossolos, porém as áreas mais expressivas estão nas Regiões Nordeste e Sul (Oliveira et al., 1992).

Atualmente esta classe é formada por duas subordens, nove grandes grupos e 41 subgrupos (EMBRAPA, 2006). A subtração da subordem dos Planossolos Hidromórficos apresentada na primeira edição do SiBCS deveu-se a acolhida da recomendação apresentada Jacomine (2003), que baseou-se no argumento de que os solos desta classe não estão sujeitos a hidromorfismo permanente e que havia dificuldades de separação entre Planossolos hidromórficos e não-hidromórficos segundo o critério adotado na primeira edição do SiBCS.

Na Região Nordeste as áreas de Planossolos são basicamente aproveitadas para produção de pastagens utilizadas na alimentação de bovinos e caprinos (Jacomine et al., 1996), sendo a criação destes animais uma das principais atividades (agro)econômicas na região semi-árida Nordestina.

### **2.3.3 Mineralogia de Planossolos**

Como a classe dos Planossolos inclui solos distróficos e eutróficos formados a partir de materiais de origem diversos eles podem apresentar uma mineralogia desde essencialmente caulinítica até predominantemente esmectítica, mas sempre apresentam baixos teores de óxidos de ferro livre, dada as condições de formação e ao hidromorfismo mais ou menos acentuados à que estão sujeitos durante alguma parte do ano. Nas condições semi-áridas, são mais comuns registros de Planossolos com predomínio de minerais 2:1 expansivos ou não ou de composição mista de caulinita e minerais 2:1 (Moreira, 1979; Batista, 1988; Almeida, 1989; Pereira et al., 1991; Parahyba, 1993; Mota, 1997; Mota & Oliveira, 1999; Mota et al., 2002 e Fernandes, 2005).

Batista (1988) investigou a possibilidade de ocorrência de hormitas (paligorskita e sepiolita) em quatro perfis de solos afetados por sais do estado da Paraíba, dentre os quais três são, atualmente, classificados como Planossolos. O autor não detectou a presença de tais minerais, nem tão pouco conseguiu sintetiza-los na presença de material de solos. Entretanto, os solos estudados por ele apresentaram quantidades substanciais de esmectitas nos horizontes subsuperficiais, quantidades



estas que decresciam consideravelmente em direção à superfície dos solos. Algumas das esmectitas destes solos apresentaram compostos orgânicos ocupando posição intercamadas, sendo a coloração mais escura destas esmectitas atribuída a presença de tais compostos orgânicos.

Esmectica e caulinita foram os principais minerais encontrados na fração argila do perfil de Planossolo Nátrico, da porção sudoeste da folha Fortaleza (AS 24-Z-CIV), estudado por Pereira et al. (1991).

Mota & Oliveira (1999) estudaram a mineralogia de dois perfis de Planossolos (Planossolo Háplico e Planossolo Nátrico) do estado do Ceará. Verificaram que a fração argila do Planossolo Háplico era constituída predominantemente de caulinita e vermiculita no horizonte A e caulinita e montmorilonita nos horizontes Bt e Cr. Já o Planossolo Nátrico possuía uma fração argila constituída principalmente por caulinita e, embora vermiculita representasse cerca de 20% da argila dos horizontes A, E e CB, estava ausente no horizonte Bt.

Já Mota et al. (2002), estudando um perfil de Planossolo Háplico do Sertão Central do Ceará, observaram que as frações areia e silte grosso apresentaram elevados teores de biotita e hornblenda nos horizontes 2Cr e 2BCn; teores estes que diminuía consideravelmente nos horizontes superpostos (2Bt, E e Ap). Nas frações mais finas foi observado predomínio de caulinita e montmorilonita, ocorrendo ainda quartzo e um interstratificado regular de 2,4nm. Estes autores, apesar de reconhecerem duplicidade de material de origem na formação do solo, sugerem que o maior teor de argila do horizonte B plânico resulta da alteração de minerais primários decomponíveis, presentes na rocha subjacente.

#### **6.3.4 Gênese de Planossolos**

Na formação dos Planossolos destacam-se os processos que conduzem a desargilização da seção superior do perfil e a acumulação ou concentração intensa de argila no horizonte B plânico (EMBRAPA, 1999).

A destruição de argilas, por processos que incluem a ferrólise, como constatado por Brinkman (1970; 1979), a eluviação e a erosão seletiva de argilas são os processos apontados como capazes de produzir a desargilização superficial que, ao menos em parte, é responsável pela diferença textural observada entre os horizontes superficiais e subsuperficiais dos Planossolos. Não obstante, tais diferenças texturais podem ser, também, influenciadas por diferenças de material de origem (Fanning & Fanning, 1989; Duchaufour, 1998).

Como conseqüência da baixa permeabilidade do horizonte B plânico, há a formação temporária de lençol de água suspenso, produzindo hidromorfia temporária nos solos desta classe (EMBRARA, 1999).

A formação do horizonte B plânico parece não ter uma única causa, sendo o resultado da ação conjugada de alguns processos. Dentre os processos envolvidos na formação deste tipo de horizonte a argiluviação e a formação *in situ* de argilas são comumente citados na literatura (Luz et al., 1992; Parahyba, 1993; Silva, 2000; Mota et al., 2002; Santos et al., 2002).

Apesar da contribuição da argiluviação e da formação *in situ* de argilas na formação do horizonte B plânico, para os casos em que o gradiente textural é muito elevado, não se pode descartar a possibilidade de que este horizonte tenha se desenvolvido a partir de material lítico diferente daquele que deu origem aos horizontes sobrepostos. Fanning & Fanning (1989) destacam que os pedólogos alemães distinguem entre solos pseudogleis primários e secundários, sendo que nos primários o horizonte de baixa permeabilidade é considerado como tendo sido herdado do material de origem; enquanto que no secundário este horizonte foi produzido pela pedogênese. Já Duchaufour (1998) reconhece os Planossolos Litomórficos (*Lithomorphic Planosols*) como sendo aqueles Planossolos formados a partir da superposição de materiais de diferentes texturas.

No Nordeste brasileiro estes solos podem apresentar caráter solódico ou sódico (Jacomine, 1996). A presença destes atributos é favorecida pela posição topográficas onde estes solos ocorrem (nas baixadas), pela má drenagem do solo e pelo clima semi-árido.

Moreira et al. (1989), ao estudarem três perfis de Planossolo (na época Solonetz-Solodizados) do Sertão Cearense, observaram que as principais pedofeições eram cutãs iluviais, presentes nos poros tipo canal, e apreciáveis quantidades de pápulas.

Por outro lado, a quantificação dos argilões de iluviação no Planossolo Háptico que compunha a seqüência de solos estudada por Silva (2000) e Santos et al. (2002) demonstrou discordância entre o processo de iluviação e a concentração de argila no horizonte Bt, sugerindo que a iluviação não foi o principal processo responsável pela formação do gradiente textural ou os argilões por ela gerados foram, em sua maioria, destruídos posteriormente.

## 2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagistas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., Eds. **Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 1-18.

AGBENIN, J.O.; TIESSEN, H. Soil properties and their variations on two contiguous hillslopes in Northeast Brazil. **Catena**, v. 24, p.147-161, 1995.

ALMEIDA, B.G. **Avaliação do impacto do manejo com irrigação em solos brunos não cálcicos do estado de Sergipe**. 1995. 117p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ALMEIDA, J.C. Gênese e mineralogia de brunos não cálcicos vérticos e planossolos solódicos do semi-árido de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., 1989, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p. 206-207.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v.4, p.149-153,1981.

ARAÚJO, M.S.B. Fósforo em toposequências de latossolos e luvisolos do semi-árido de Pernambuco. 2000. 77p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N.; LOPES, O.F.; SILVA, F.H.B.B.; MEDEIROS, L.A.R.; MELO FILHO, H.F.R.; PARAHYBA, R.B.V.; CAVALCANTI, A.C.; OLIVEIRA NETO; M.B.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; LEITE, A.P.; SANTOS, J.C.P.; SOUSA NETO, N.C.; SILVA, A.B.; LUZ, L.R. Q.P.; LIMA, P.C.; REIS, R.M.G.; BARROS, A.H.C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 378p. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa; 11).

BATISTA, R.B. **Solos do semi-árido da Paraíba afetados por sódio: mineralogia e síntese de minerais**. 1988. 129p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRINKMAN, R. **Ferrollysis**, a soil-forming process in hydromorphic conditions. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1979. 106p.

BRINKMAN, R. Ferrollysis, a hydromorphic soil forming process. **Geoderma**, Amsterdam, v. 3, p. 199-206, 1970.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. **Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1987. 24p.

CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J.F.; LEMOS, A.L.; SANTOS, R.D.; CALDERANO FILHO, B.; WITTERN, K.P.; SOUZA, F.S. **Os solos do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2000. 1 CD-ROM.

CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; MENDONÇA, E.S.; RUIZ, H.A.; BASTOS, R.S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas

de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p. 311-324, 2003.

DARDANNE, M.A.; SHOBHENHAUS, C. **Metalogênese do Brasil**. Brasília: Editora universidade de Brasília, 2001. 392p.

DUCHAUFOR, P. **Handbook of pedology**: soils, vegetation, environment. Rotterdam: A. A. BALKMA, 1998. 264p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA/SPI/CNPS, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **5. Reunião de classificação, correlação e aplicação de levantamento de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1998. 127p.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil**: morphology, genesis, and classification. New York: John Willy & Sons, 1989. 395p.

FERNANDES, L.A. **Solos do Projeto Xingó**: caracterização e limitações ao uso com agricultura irrigada. 2005. 86p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

IBRAIMO, M.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; LANI, J.L.; ROLIM NETO, F.C.; ALBUQUERQUE, M.A.; MIRANDA, V.J. Gênese e micromorfologia de solos sob vegetação xeromórfica (caatinga) na Região dos Lagos (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.695-712. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 300p. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p. 95-111.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H.F.R.; LOPES, O.F.; MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS/SUDENE, 1986. 782p. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 36).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N.; MÉLO FILHO, H.F.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1977. 738p. v. 1. (Boletim Técnico, 52; Série Recursos de Solos, 10).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSÔA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975a. 532p. (Boletim Técnico, 35; Série Recursos de Solos, 5)

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R.; FORMIGA, R.A. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975b. 506p. (Boletim Técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6).

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Recife: Ministério da Agricultura/ SUDENE, 1973a. 2 v.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1973b. 359p. v. 1. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**: descrição de perfis de solos e análises. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972a. 354 p. v. 2. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O.; SILVA, A.P.; MÉLO FILHO, H.F.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972b. 650p. (Boletim Técnico, 15; Série Pedologia, 8).

JACOMINE, P.K.T.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; FORMIGA, R.A.; ALMEIDA, J.C.; BELTRÃO, V.A.; PESSÔA, S.C.P.; FERREIRA, R.C. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21; Série Pedologia, 9).

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C, Eds. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. XIII-XVIII.

LUZ, L.R.Q.P. **Pedogênese de uma toposseqüência de solos do semi-árido de Pernambuco**. 1989. 96p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LUZ, L.R.Q.P.; SANTOS, M.C.; MERMUT, A.R. Pedogênese em uma toposseqüência do semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 95-102, 1992.

MOREIRA, E.G.S.; DEMATTÊ, J.L.I.; MARCONI, A. Caracterização e gênese de solonetz solodizado do Sertão Central e do Médio Jaguaribe – Estado do Ceará. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v.46, p. 275-518. 1989.

MOTA, F.O.B. **Mineralogia de solos da região semi-árida do estado do Ceará**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 145p. (Tese de Doutorado)

MOTA, F.O.B.; OLIVEIRA, J.B.; GEBHARDT, H. Mineralogia de um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e de um Planossolo Háptico Eutrófico solódico numa toposseqüência de gnaiss no Sertão Central do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 607-618, 2002.

MOTA, F.O.B.; OLIVEIRA, J.B. Mineralogia de solos com excesso de sódio no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 4, p. 799-806, 1999.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1992. 201p.

PARAHYBA, R.B.V. **Gênese de solos planossólicos do Agreste de Pernambuco**. 1993. 153p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PEREIRA, R.C.M.; CAJATY, A.A.; NOGUEIRA NETO, J.A. Contribuição à caracterização de argilo-minerais em solos da porção sudoeste da folha Fortaleza (AS 24-Z-CIV) – CE. **Revista de Geologia**, v. 4, p. 21-27. 1991.

PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: USP, 1983. 631p.

RESENDE, M. **Nordeste**: ambientes agrícolas, problemas e sugestões de pesquisa. [S.l.]:[s.n.], 1989. 278p. (Coleção Mossoroense, série A, n. 29).

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA, 1., 1979. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979. 276p.



RIBEIRO, A.S. **Dinâmica paleoambiental da vegetação e clima durante o Quaternário tardio em domínios da mata Atlântica, brejo do semi-árido e cerrado nordestinos, utilizando isótopos de carbono da matéria orgânica do solo e das plantas.** 2002. 193p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SAMPAIO, J.B.M; MELO, V.; OLIVEIRA, C.A. **Levantamento de reconhecimento semidetalhado da área do planossol solódico no estado do Rio Grande do Nordeste.** Recife: SUDENE, 1976. 98p. (Recursos Solos, 5A)

SANTOS, M. C.; SILVA, M. S. L.; ALMEIDA, B. G.; KLAMT, E.; CAVALVANTI, A. C. Caracterização micromorfológica e considerações sobre a gênese de solos de tabuleiros do semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 1031-1046. 2002.

SILVA, M. S. L. **Caracterização e gênese de adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil.** 2000. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOUSA, A.R. **Caracterização e interpretação de solos brunos não cálcicos para uso agrícola, no Sertão do Pajeu do Estado de Pernambuco.** Viçosa, MG, 1986. 77p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SPAARGAREN, O.C. (Ed.). **World reference base for soil resources.** Roma: ISSS/ISRIC/FAO, 1994. 161p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais (passado+presente=futuro?).** São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999. 366p.

TORRENT, J. **Genesis and properties of the soils of the Mediterranean Regions.** Napoli: Arti Grafiche Licenziato, 1995. 111p.

### **3 MINERALOGIA DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS METAMÓRFICAS NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA**

#### **RESUMO**

Estudos sobre a mineralogia de solos do semi-árido brasileiro são pouco numerosos, sobretudo para os solos das classes dos Luvisolos e Planossolos que são muito comuns nas áreas Pré-Cambrianas, onde predominam rochas metamórficas diversas, principalmente gnaisses e micaxistos. Delimitou-se como objetivo para o presente trabalho realizar a caracterização mineralógica de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos a partir de rochas metamórficas no ambiente semi-árido dos estados de Pernambuco e Paraíba, bem como verificar a possível contribuição do silte para capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos em questão. Foram selecionados 12 perfis de solos dispostos em quatro toposseqüências, sendo duas desenvolvidas de gnaisses, uma de micaxistos e outra de filito. A mineralogia das frações areia e silte dos solos estudados é essencialmente constituída por minerais primários, com virtual ausência de argilominerais. Os filossilicatos presentes na argila foram caulinita, mica, minerais 2:1 expansivos (esmectita e/ou vermiculita) e interestratificados irregulares, sendo que a participação de mica e caulinita é maior em superfície e diminui com a profundidade, enquanto que os demais minerais seguem tendência inversa. Goethita com moderada substituição de Fe por Al foi o principal óxido de ferro identificado nos solos estudados. A capacidade troca de cátions determinada para argila foi menor do que aquela estimada a partir da CTC do solo. O silte tem expressiva participação na CTC dos solos estudados, principalmente nos horizontes mais siltosos.

#### **ABSTRACT: mineralogy of soils developed from metamorphic rocks in the Brazilian semi-arid region**

Studies about mineralogy of Brazilian semi-arid soils are very few, particularly in relation to Luvisols and Planosols developed on Pre-Cambrian areas, where metamorphic rocks predominate, mainly gneisses

and micaschists. This work aimed to carry out the mineralogical characterization of Luvisols and Planosols developed from metamorphic rocks in the semiarid region of Pernambuco and Paraíba States, as well as to verify the possible contribution of the silt to soil cation exchange capacity (CEC). Twelve soil profiles were selected in four toposequences, two of them developed on gneisses, one on micaschists and another on phyllite. The sand and silt mineralogy of the studied soils is essentially formed by primary minerals, with virtual absence of clay minerals. The main phyllosilicates in the clay fraction are kaolinite, mica, 2:1 expansive minerals (smectite and/or vermiculite) and random mixed-layer minerals. Mica and kaolinite are most common in the top soil and decreasing to the subsoil. The other clay minerals have inverse tendency. Goethite with moderate Al for Fe substitution was the main iron oxide identified on the soils. Moderate cation exchange capacity was determined to the clay fraction and it is greater than the one estimated based on soil CEC. The silt has participation on soil CEC, mainly on horizons with great silt contents.

### **3.1 INTRODUÇÃO**

O conhecimento da mineralogia e das transformações mineralógicas que ocorrem nas diversas frações dos solos, associado com a sua caracterização morfológica, física e química é de primordial importância para compreensão da pedogênese, para dar suporte à classificação e para balizar as interpretações agrícolas e não-agrícolas, sobretudo aquelas que definem o uso e manejo racional do solo como recurso natural (Mota, 1997). Isso torna-se mais evidente nas áreas semi-áridas, pois nelas os solos apresentam, via de regra, teores muito baixos de matéria orgânica, mesmo nos horizontes superficiais.

No Brasil, as áreas semi-áridas concentram-se na Região Nordeste. Nestas áreas, excluídos os terrenos sedimentares Mesozóicos ou mais recentes, predominam solos desenvolvidos de rochas metamórficas diversas, destacando-se pelas extensões ocupadas aqueles desenvolvidos de gnaisses, xistos e filitos, principalmente os pertencentes às classes dos Neossolos, Luvisolos e Planossolos. Em virtude de suas peculiaridades

climáticas, edafobiológicas e socioculturais estas áreas encontram-se seriamente ameaçadas de degradação com, pelo menos, cinco núcleos de desertificação reconhecidamente já instalados (Leal et al., 2003; Melo Filho & Souza, 2006).

Estudos sobre a mineralogia de solos do semi-árido brasileiro são pouco numerosos, sobretudo para os solos das classes dos Luvisolos e Planossolos. Destes destacam-se os realizados por Moreira (1979), Batista (1988), Almeida (1989), Luz (1989), Parayba (1993), Almeida (1995) e Mota (1997). Esses estudos indicam que em tais solos há considerável participação de minerais expansivos, sobretudo nos horizontes subsuperficiais, e que os teores de caulinita tendem a aumentar do saprolito para o horizonte superficial, enquanto que a participação dos expansivos diminui no mesmo sentido. De acordo com Mota (1997), alguns Luvisolos e Planossolos do Ceará podem conter até  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de solo de argilominerais expansivos (esmectitas e/ou vermiculitas).

Delimitou-se como objetivo para o presente trabalho realizar a caracterização mineralógica de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos a partir de rochas metamórficas no ambiente semi-árido dos estados de Pernambuco e Paraíba, bem como verificar a possível contribuição do silte para capacidade de troca de cátions dos solos em questão.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Foram selecionados 12 perfis de solos (Tabela 3.1) dispostos em quatro toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas em áreas tipicamente semi-áridas dos estados de Pernambuco e Paraíba (Tabela 3.2).

As amostras de solo, uma vez secas ao ar, foram destorroadas e peneiradas em peneira de malha de 2 mm, sendo as frações maiores separada e lavadas sob água corrente, após terem permanecidas emergidas numa solução de NaOH  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  por 24h.

**Tabela 3.1.** Classificação dos solos estudados

| <b>Perfil</b>             | <b>Classificação do solo</b>  |
|---------------------------|---|
| <b>Topossequência I</b>   |   |
| 1                         | Luvissole Crômico órtico típico A moderado textura média/argilosa           |
| 2                         | Luvissole Crômico órtico solódico A moderado textura média/argilosa         |
| 3                         | Luvissole Crômico órtico lítico A moderado textura média                    |
| <b>Topossequência II</b>  |   |
| 4                         | Luvissole Crômico órtico vertissólico A fraco textura média                 |
| 5                         | Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico A fraco textura média        |
| 6                         | Luvissole Crômico órtico vertissólico sódico A fraco textura média/argilosa |
| <b>Topossequência III</b> |   |
| 7                         | Luvissole Crômico órtico lítico A moderado textura média/argilosa           |
| 8                         | Luvissole Crômico órtico típico A moderado textura média                    |
| 9                         | Planossolo Háplico eutrófico típico A moderado textura média                |
| <b>Topossequência IV</b>  |   |
| 10                        | Luvissole Crômico órtico típico A fraco textura argilosa                    |
| 11                        | Luvissole Crômico órtico típico A moderado textura argilosa                 |
| 12                        | Planossolo Háplico eutrófico típico A moderado textura média/argilosa       |

**Tabela 3.2.** Material de origem, componentes climáticos e localização das toposseqüências

| <b>Seqüência</b> | <b>Localização</b>           | <b>Material de Origem</b> | <b>PPT<sup>(1)</sup></b> | <b>ETP<sup>(2)</sup></b> | <b>MTM<sup>(3)</sup></b> |
|------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                  |                              |                           | — mm ano <sup>-1</sup> — |                          | °C                       |
| I                | Prata – PB                   | Gnaisse                   | 745                      | 1187                     | 23,5                     |
| II               | Serra Branca – PB            | Gnaisse                   | 474                      | 1256                     | 24,0                     |
| III              | Serra Talhada – PE           | Micaxisto                 | 694                      | 1485                     | 25,0                     |
| IV               | São José do Belmonte -<br>PE | Filito                    | 688                      | 1484                     | 26,0                     |

<sup>(1)</sup>. Média das precipitações pluviiais; <sup>(2)</sup>. Evapotranspiração potencial; <sup>(3)</sup>. Médias das temperaturas mensais.

Fonte: SUDENE (1990a,b); CPRM (2001); Santos et al. (2002).

Posteriormente, tratou-se 100g da terra fina seca ao ar de cada horizonte/camada com solução de acetato de sódio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 5,0 para eliminação de carbonatos e com peróxido de hidrogênio 30% (v/v) para

eliminação da matéria orgânica, conforme métodos descritos por Jackson (1975). Em seguida procedeu-se a separação das frações areia, grossa e fina, por peneiramento úmido. O silte foi separado da argila por sedimentação, após a dispersão desta com solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $1,18 \text{ mmol L}^{-1}$ .

Na identificação dos minerais componentes das frações areia, grossa e fina, utilizou-se de observações sob lupa binocular, da difratometria de raios X em amostras na forma de pó e das observações das seções delgadas utilizadas na caracterização micromorfológica. A composição mineralógica das frações silte e argila foi determinada utilizando-se difratometria de raios X. A identificação dos óxidos de ferro foi feita por difratometria de raios X, após tratamento para concentração dos mesmos utilizando-se  $\text{NaOH}$   $5 \text{ mol L}^{-1}$ , conforme método descrito por Kämpf & Schwertmann (1982), adotando-se o monitoramento do pH da suspensão para confirmar a dissolução da sodalita<sup>1</sup> artificialmente formada durante o processo de concentração, conforme descrito em Netto (1996).

Os difratogramas de raios X foram obtidos em um difratômetro Rigaku com aquisição digital de dados, operando com tubo de Co ( $\text{CoK}\alpha$ ) e monocromador no feixe difratado, operando com voltagem de 35 kV e corrente de 25 mA, sendo as amostras irradiadas de 2 a  $70^\circ 2\theta$ . Eles foram interpretados em função dos espaçamentos basais, do comportamento dos pedomateriais frente aos tratamentos e da forma e assimetria dos picos de difração conforme critérios apresentados por Grim (1968), Jackson (1975), Brown (1980), Brown & Brindley (1980), Whittig & Allardice (1986), Dixon & Weed (1989) e Moore & Reynolds Jr. (1989) e Resende et al. (2005).

Os teores de ferro extraíveis com citrato-bicarbonato-ditionito ( $\text{Fe}_d$ ) e em acetato de amônio a pH 3,0 ( $\text{Fe}_o$ ) foram determinados na fração argila, adotando-se para tal os procedimentos analíticos descritos por Mehra & Jackson (1960) e McKeague & Day (1966), sendo o ferro dosado por espectrofotometria de absorção atômica.

A estimativa da substituição isomórfica de Fe por Al das hematitas e goethitas da fração argila foi feita com base na posição dos

---

<sup>1</sup> Durante a etapa de eliminação da sodalita (lavagem com  $\text{HCl}$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ ) é necessário observar a coloração do sobrenadante para evitar a dissolução de parte dos óxidos de ferro.

picos desses minerais nos difratogramas de raios X das amostras de argila, após concentração dos óxidos, utilizando-se Si metálico como padrão interno. Para hematita a substituição foi calculada utilizando-se da fórmula indicada por Schwertmann et al. (1979). Para goethita utilizou-se da fórmula sugerida por Shulze (1984).

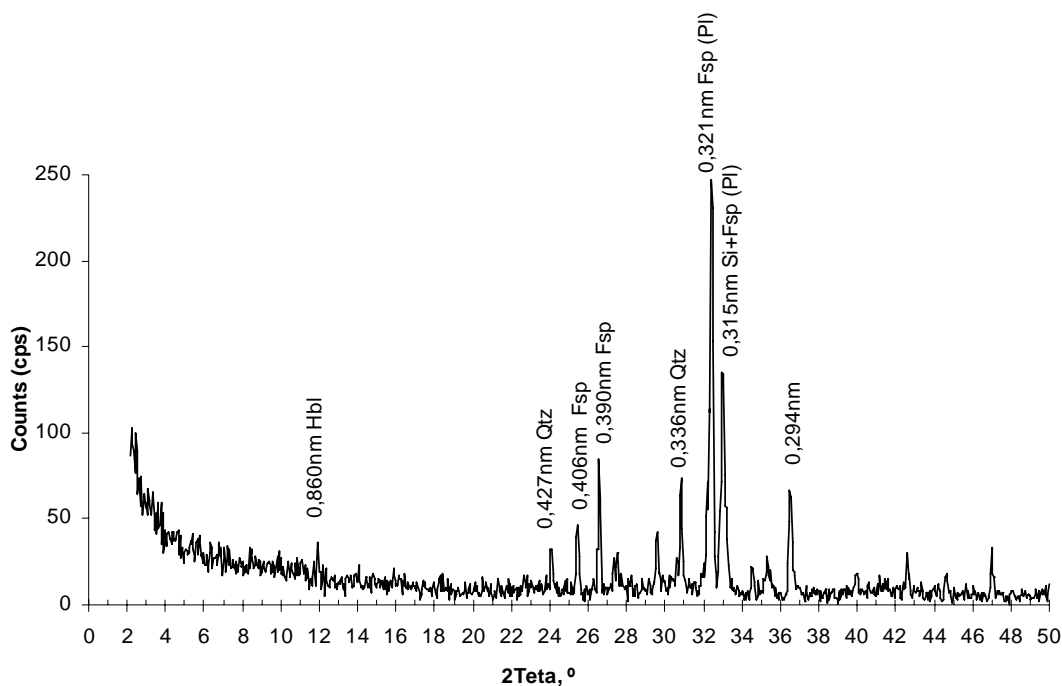
A capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, do silte e da argila foi determinada utilizando-se o método do cloreto de bário tamponado a pH 8,2, conforme método descrito em Hesse (1972), a exceção da dosagem de Mg que foi feita por espectrofotometria de absorção atômica utilizando-se cloreto de estrôncio como inibidor de interferências. A relação  $CTC_{\text{solo}}/\text{argila}$  foi calculada pela divisão da CTC do solo pelos teores de argila de acordo com critério adotado em EMBRAPA (2006).

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1 Mineralogia das frações areia**

Nos solos das toposseqüência I e II, quartzo, hornblenda, feldspatos e mica são os principais minerais presentes na fração areia. O quartzo representa entre 90-97% da areia grossa e entre 80-94% da areia fina, sendo que os valores mais altos são observados nos horizontes superficiais. A percentagem de hornblenda representa 2-3% da areia grossa e 5-15% da fina. Os feldspatos representam 2 a 3% das frações areia. Já a mica ocorre em pouca quantidade, sendo maior ou igual a 1% apenas nos horizontes C ou abaixo destes. Além dos minerais citados, ocorre há ainda alguma magnetita nos fragmentos de rocha que compõem o saprolito, outros minerais opacos e concreções ferruginosas (<1%). Os grãos destas frações são, em sua maioria, subangulares a angulares, com os de quartzo apresentando-se hialinos a totalmente impregnados por óxidos de ferro, principalmente nos horizontes do solum.

Apesar da pouca quantidade de feldspatos na areia dos solos das toposseqüências I e II, minerais deste grupo são relativamente abundantes na camada R, como pode ser observado na Figura 3.1. Nesta figura observa-se que os reflexos atribuíveis a feldspatos, em particular aos plagioclásios, são muito mais intensos do que aqueles atribuíveis a outros minerais, mesmo o quartzo.



**Figura 3.1.** Difratoograma de raios X da areia fina da camada R do perfil 1. Hbl= hornblenda, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.

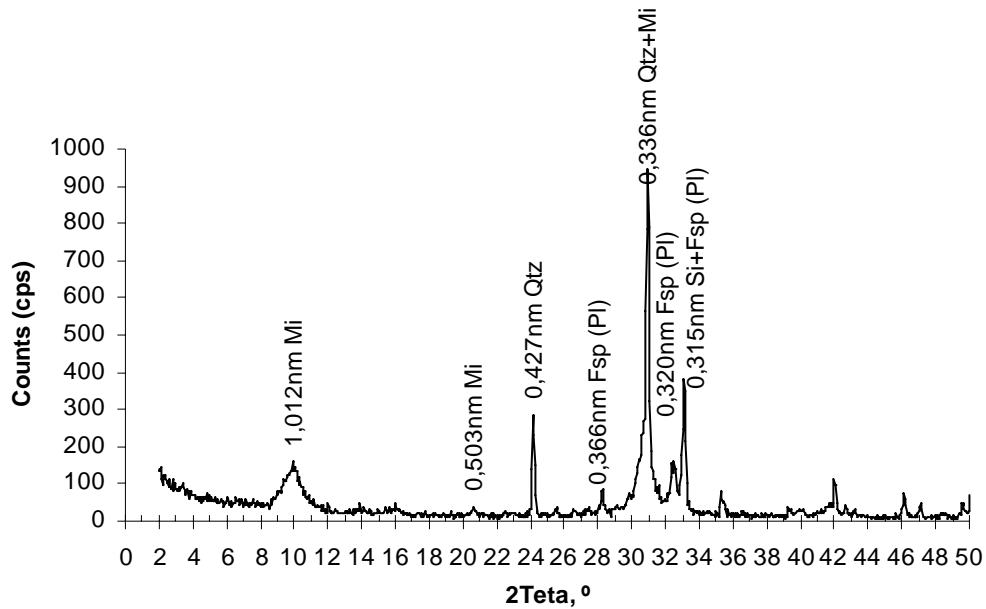
Na toposseqüência III, a fração areia grossa é essencialmente composta quartzo, mica e feldspato (Figura 3.2). O quartzo representa 50 a 94%, a mica 2 a 40% e os feldspatos entre 2 e 5%. O maior percentual de quartzo e o menor de mica ocorrem nos horizontes superficiais. Além dos minerais citados ocorre ainda cerca de 1% de concreções ferruginosas nos horizontes A e Bt do perfil 7. A mineralogia da areia fina é semelhante a da areia grossa, mas com maior participação de mica (10-80%), principalmente nos horizontes subsuperficiais e no saprolito.

### 3.3.2 Mineralogia da fração silte

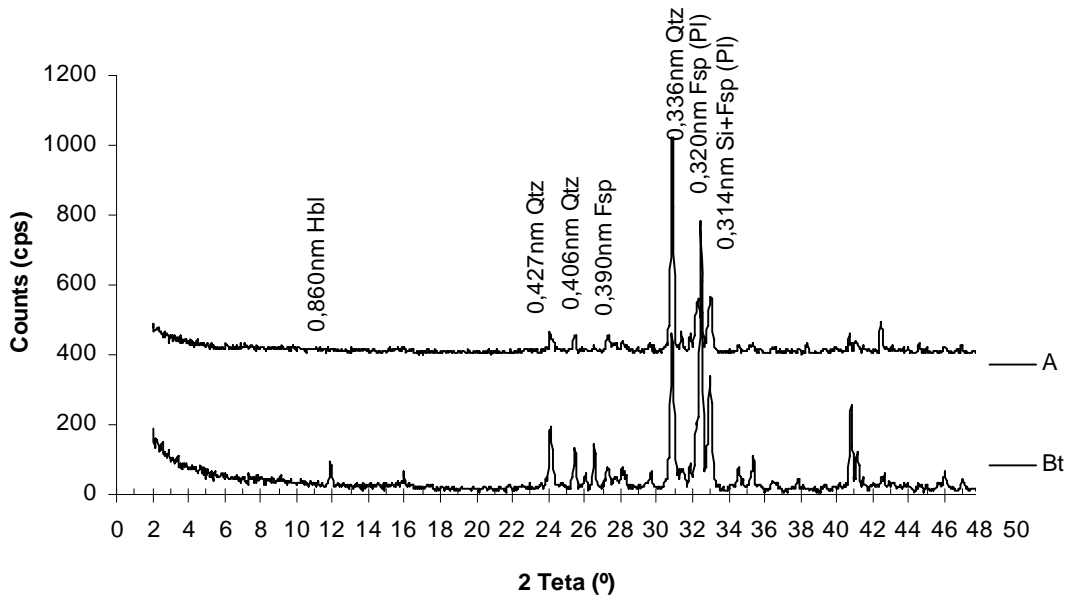
O silte dos solos da toposseqüência I é formado por quartzo e feldspatos nos horizontes superficiais. Nos horizontes subsuperficiais, além destes minerais tem-se hornblenda (Figura 3.3).



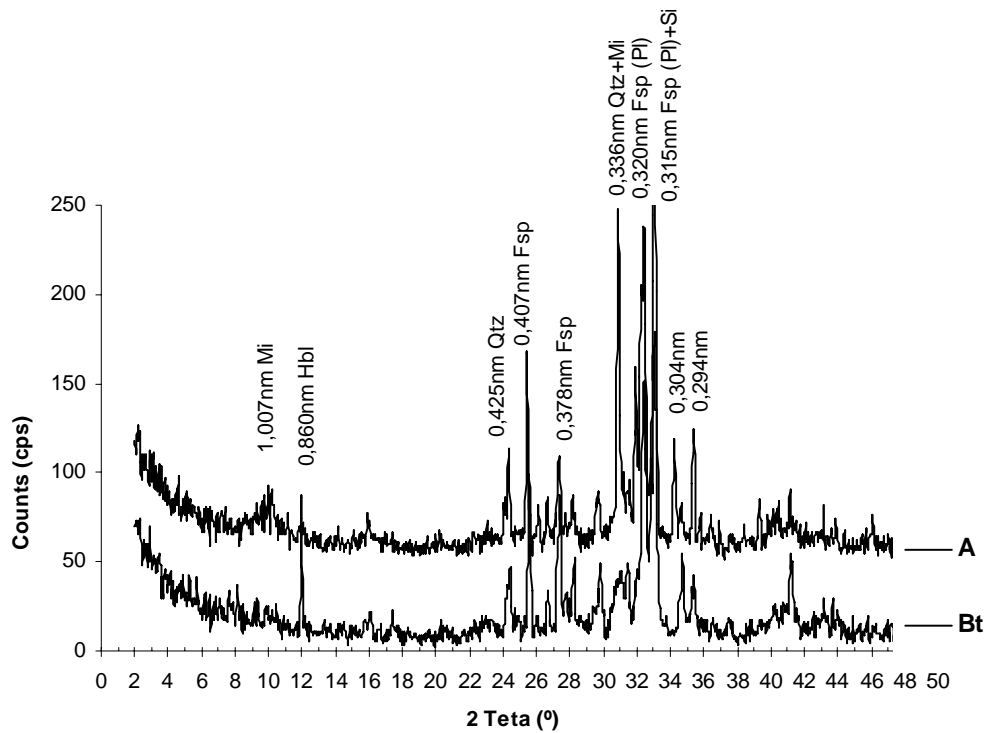
Nos solos da toposseqüência II o silte é essencialmente constituído por feldspatos (potássicos e plagioclásios) e quartzo, aos quais se somam mica nos horizontes superficiais e hornblenda nos horizontes subsuperficiais do perfil 4 (Figuras 3.4 e 4.5).



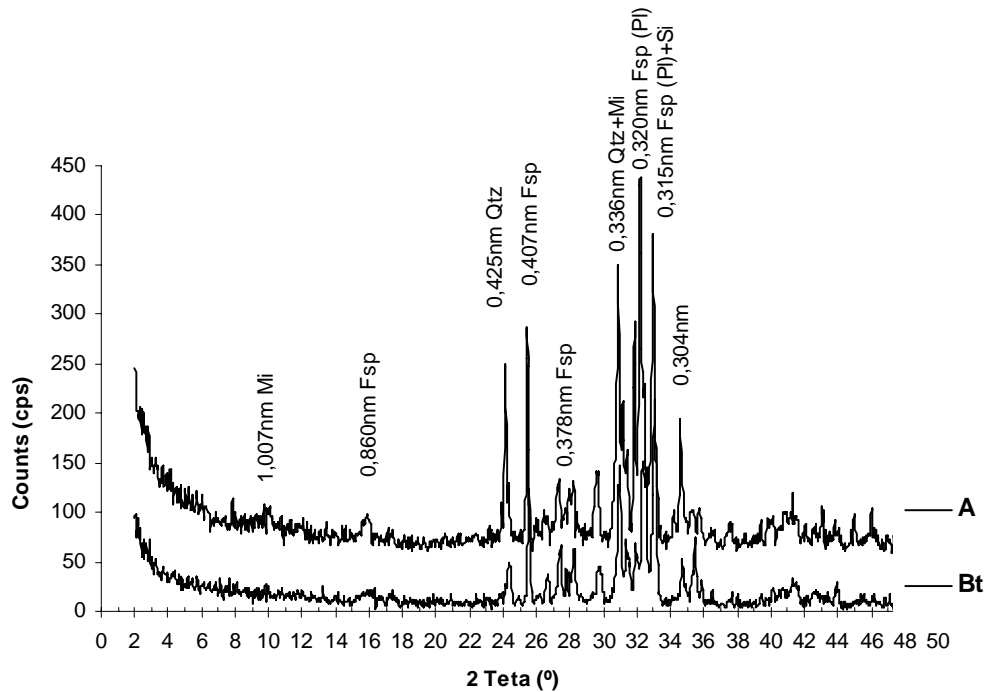
**Figura 3.2.** Difratoograma de raios X da areia grossa da camada R do perfil 9. Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.



**Figura 3.3.** Difratoogramas de raios X do silte dos horizontes A e Bt do perfil 2. Hbl= hornblenda, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.



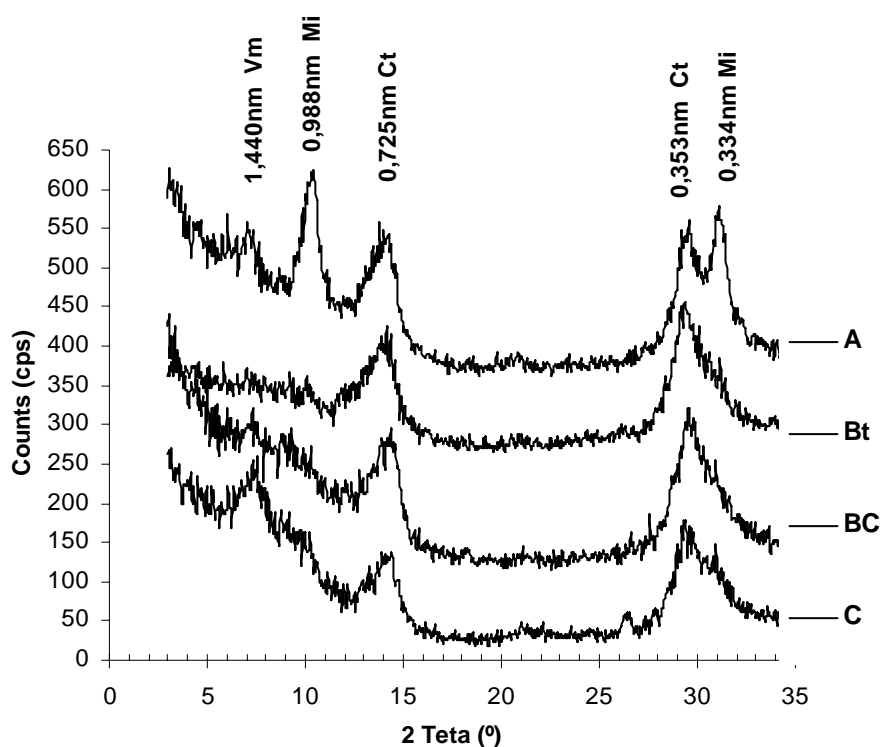
**Figura 3.4.** Difractogramas de raios X do silte dos horizontes A e Bt do perfil 4. Mi= mica, Hbl= hornblenda, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.



**Figura 3.5.** Difractogramas de raios X do silte dos horizontes A e Bt do perfil 5. Mi= mica, Fsp= feldspatos, Pl= plagioclásios, Qtz= quartzo e Si= silício.

### 3.3.3 Mineralogia da fração argila

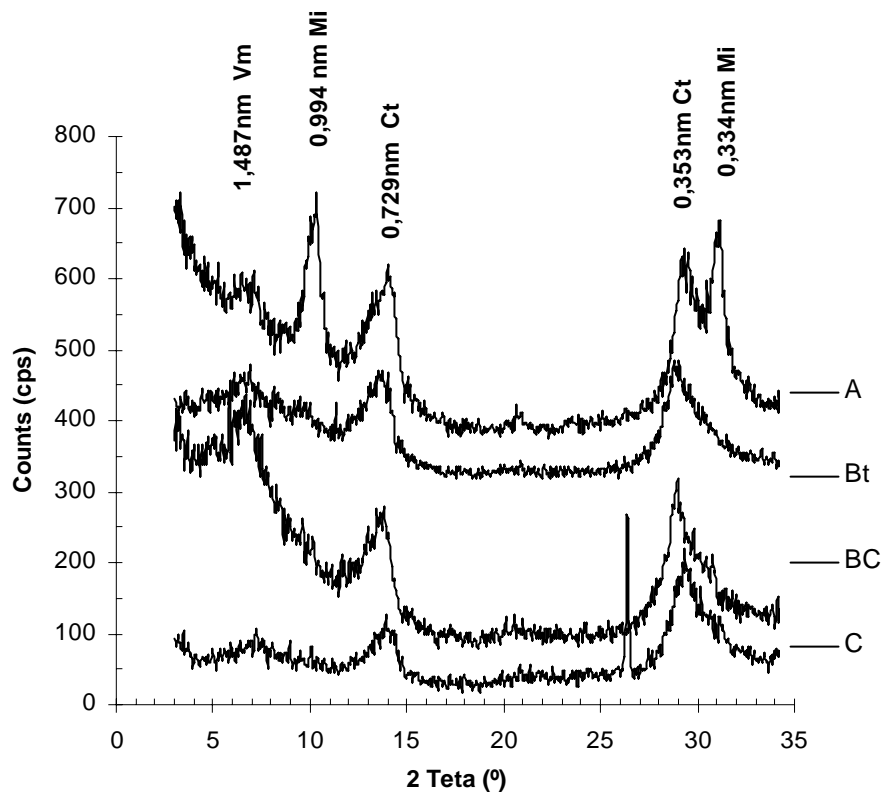
Nos solos da toposequência I, caulinita, mica, vermiculita e interstratificados irregulares foram os filossilicatos identificados na fração argila. A participação da vermiculita é maior nos horizontes BC e C e tende a diminuir em direção a superfície, enquanto que a participação da caulinita parece seguir comportamento inverso (Figuras 3.6 a 3.8).



**Figura 3.6.** Difratogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 1, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita.

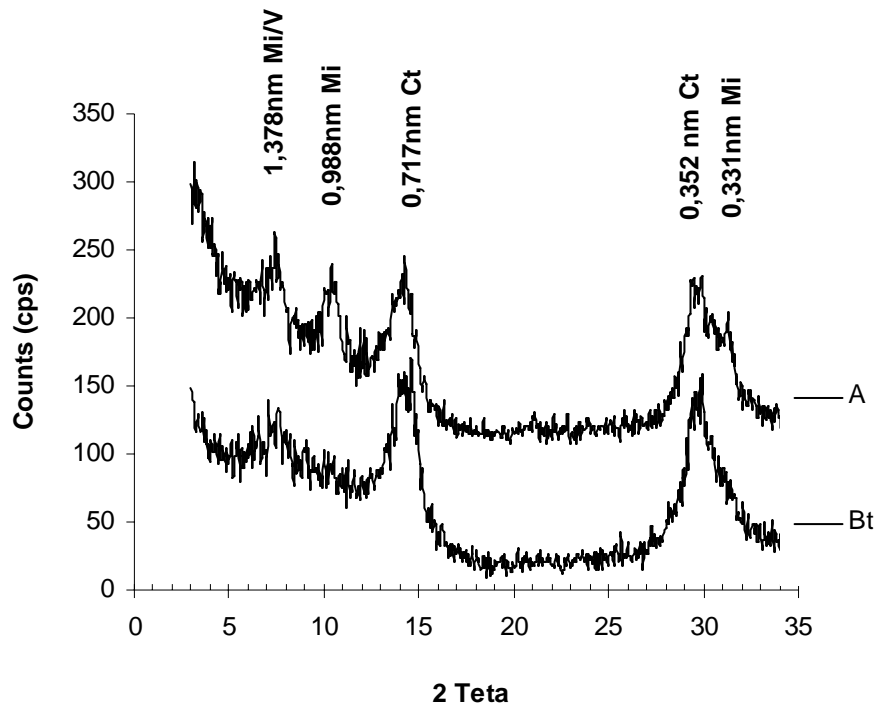
A participação de mica só é muito expressiva nos horizontes superficiais, como evidenciado pela maior intensidade dos reflexos de 1,010 e 0,334 nm, e pode ser atribuída a diminuição de partículas maiores ou a possível reversão das fases intermediárias e, ou dos expansivos pela fixação de K durante a estação seca (Nettleton et al., 1973; Singer, 1989). O potássio necessário a estabilização/reversão das micas pode ser originado da intemperização de outros minerais que o contenham (feldspatos, por exemplo), da biociclagem desse elemento pela vegetação (Trice et al., 1996) ou da ascensão capilar de sais de potássio durante a estação seca. Em todo

caso, os teores de  $K^+$  trocável são muito mais elevados nos horizontes superficiais do que nos demais horizontes.

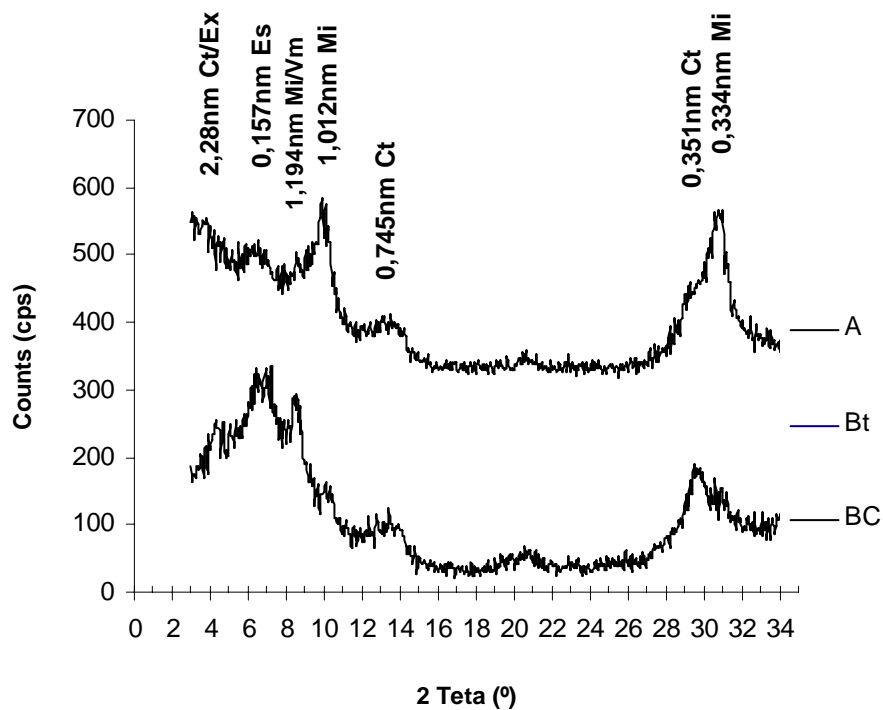


**Figura 3.7.** Difratomogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 2, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita.

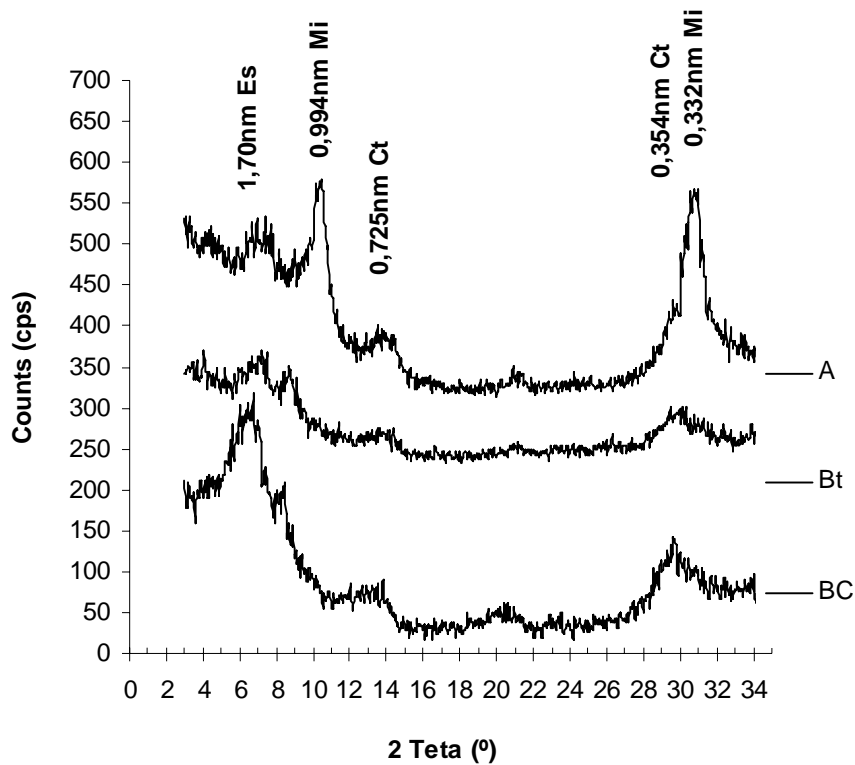
A argila dos solos da toposseqüência II é composta por esmectita, interestratificados irregulares, mica e caulinita (Figuras 3.9 a 3.11). A baixa resolução dos reflexos atribuíveis a caulinita nos difratogramas de raios X indica que a proporção de caulinita é menor do que as dos outros argilominerais e/ou pode apresenta-se com baixo grau cristalinidade (elevada desordem estrutural). Mais de um tipo de interestratificados irregulares parece está presente, mas aqueles formados por mica/expansivos parecem ser mais abundantes. Como nos solos da seqüência anterior, a maior proporção de mica é observada nos horizontes superficiais



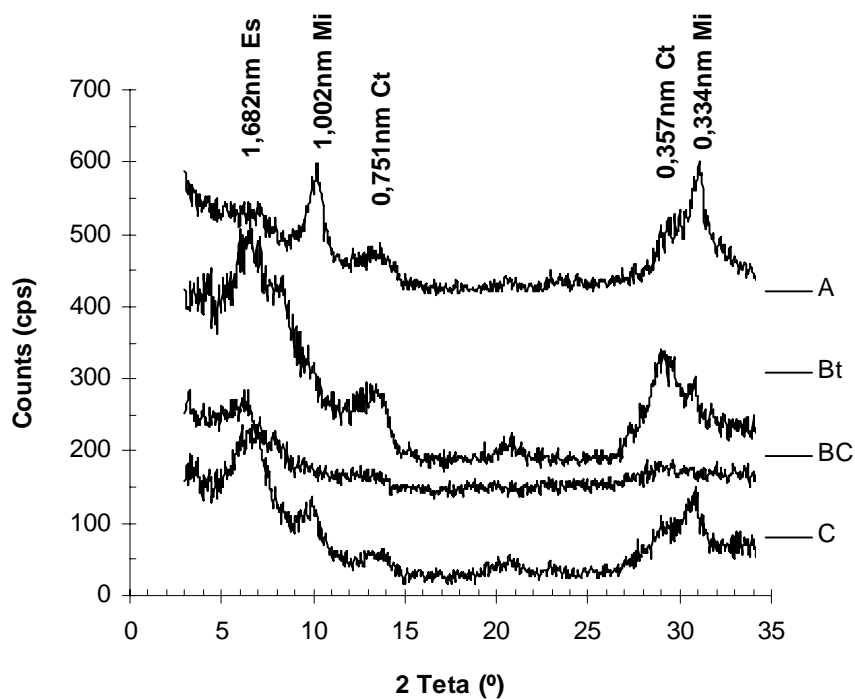
**Figura 3.8.** Difractogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 3, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi/Vm= Interestratificado irregular mica/vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita.



**Figura 3.9.** Difractogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 4, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi/Vm= Interestratificado irregular mica/vermiculita; Mi= mica; Ct= caulinita.

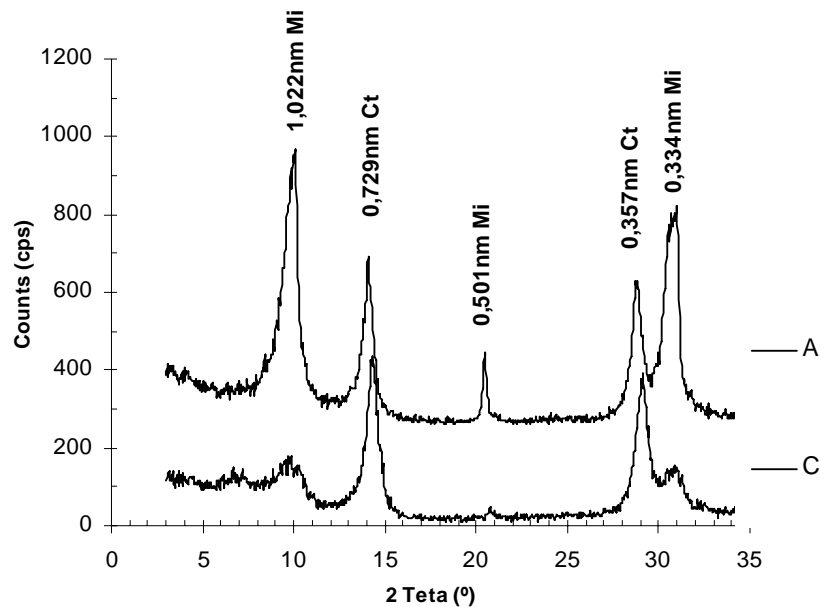


**Figura 3.10.** Difratoformas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 5, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Es= esmectita; Mi= mica; Ct= caulinita.

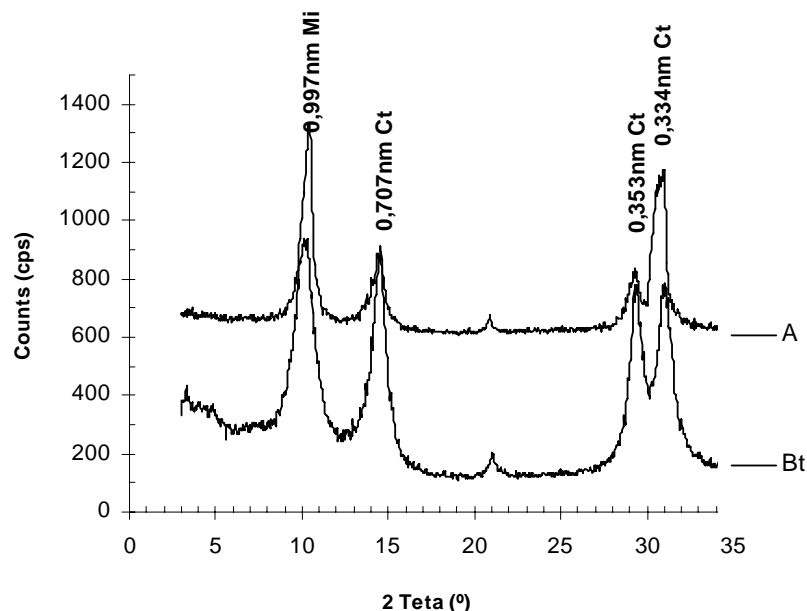


**Figura 3.11.** Difratoformas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 6, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Es= esmectita; Mi= mica; Ct= caulinita.

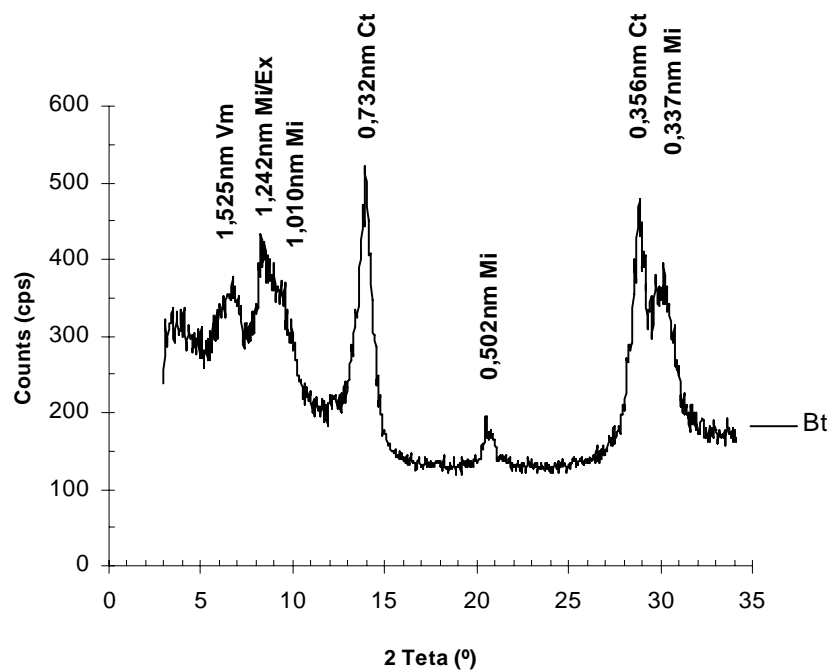
Nos Luvissoles da toposseqüência III, a argila é basicamente formada por mica e caulinita. Já no Planossolo observa-se uma expressiva participação de minerais 2:1 expansivos isolados ou em interestratificação, possivelmente com mica (Figuras 3.12 a 3.14).



**Figura 3.12.** Difratomogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 7, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi= mica; Ct= caulinita.



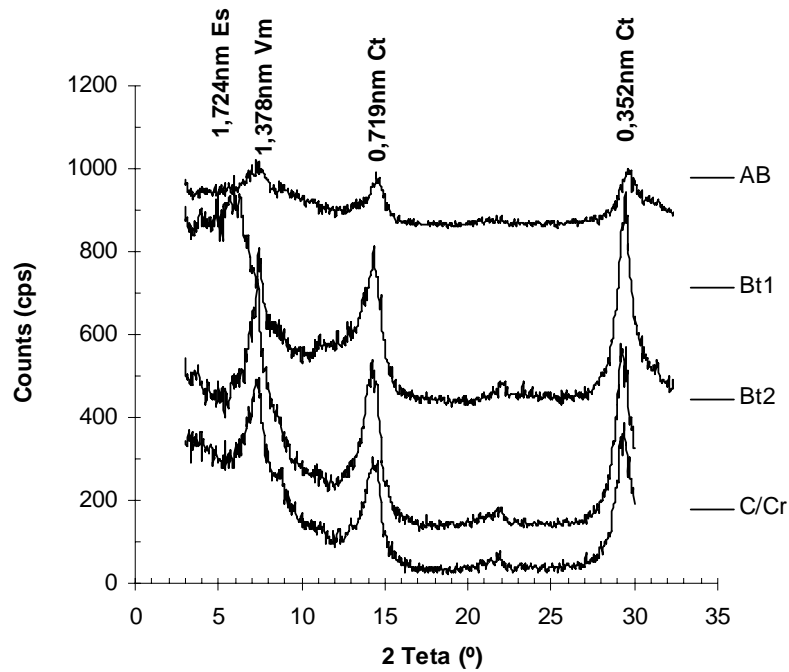
**Figura 3.13.** Difratomogramas de raios X da argila desferrificada dos horizontes do perfil 8, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Mi= mica; Ct= caulinita.



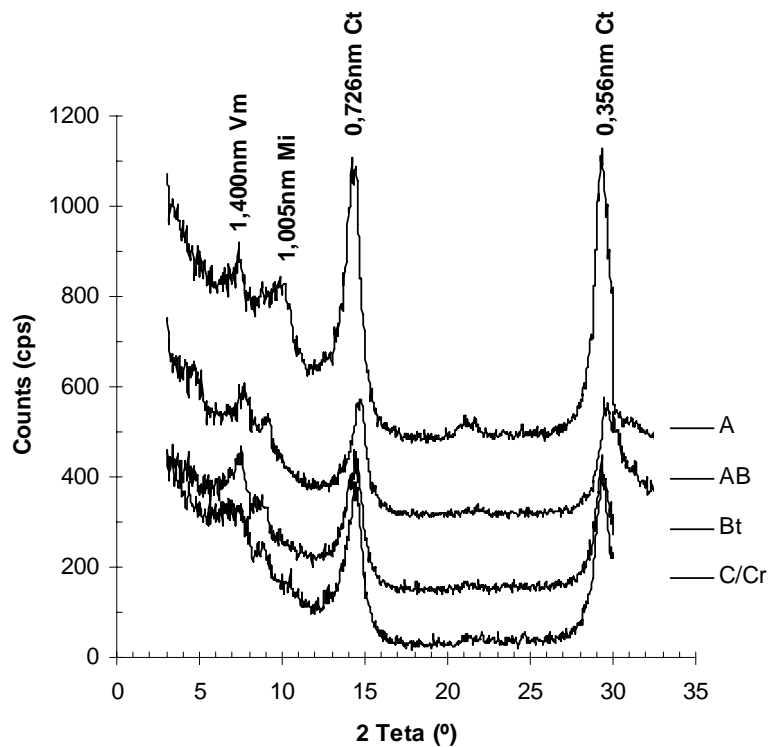
**Figura 3.14.** Difratogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 9, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita, Mi/Ex= interestratificado irregular mica/expansivo, Mi= mica; Ct= caulinita.

Nos solos da toposseqüência IV, vermiculita, interestratificados irregulares e caulinita foram identificados como principais argilominerais (Figuras 3.15 a 3.17). Nos horizontes superficiais dos Perfis 11 e 12, há ainda mica.

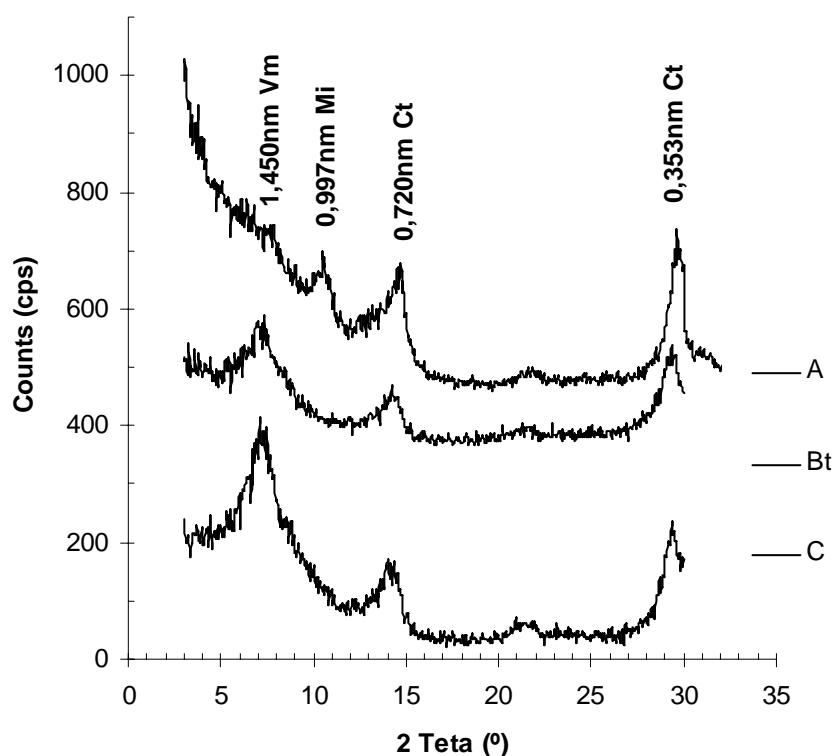




**Figura 3.15.** Difratomogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 10, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Es= esmectita, Vm= vermiculita, Mi= mica; Ct= caulinita.



**Figura 3.16.** Difratomogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 11, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita, Mi= mica; Ct= caulinita.



**Figura 3.17.** Difratomogramas de raios X da argila desferrificada do horizonte Bt do perfil 12, saturada com Mg e solvatada com glicerol. Vm= vermiculita, Mi= mica; Ct= caulinita.

### 3.3.4 Óxidos de ferro e capacidade de troca de cátions das frações

Os teores de óxidos ferro extraíveis com ditionito-citrato-bicarbonato variaram de 33 a 172 g kg<sup>-1</sup> de argila e os extraíveis com oxalato ácido de amônio de 5 a 23 g kg<sup>-1</sup> de argila (Tabela 3.3). A relação Fe<sub>o</sub>/Fe<sub>d</sub> variou de 0,048 a 0,228, sendo comum a ocorrência de valores maiores do que 0,100 indicando a presença de quantidades apreciáveis de óxidos de ferro de mais baixa cristalinidade, o que sugere que em tais ambientes semi-áridos a dinâmica de transformação dos compostos de ferro é atual/ativa. Tal evidência é corroborada pela ocorrência de pedofeições que indicam a transformação de compostos de ferro, principalmente produzidos pela paulatina intemperização do minerais primários, notadamente da biotita e hornblenda nas duas primeiras topossequências.

**Tabela 3.3.** Teores de óxidos de ferro extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato ( $Fe_d$ ) e oxalato ácido de amônio ( $Fe_o$ ) e capacidade de troca de cátions (CTC) de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do semi-árido nordestino

(continua)

| Horizonte  | Prof. | $Fe_2O_3$ (g kg <sup>-1</sup> ) |        | $\frac{Fe_o}{Fe_d}$ | — CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) — |       |        | $\frac{CTC_{solo}}{Argila}$        |
|--|-------|---------------------------------|--------|---------------------|---|-------|--------|------------------------------------|
|  |       | $Fe_d$                          | $Fe_o$ |                     | Solo  | Silte | Argila | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |
| Topossequência I   |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| <b>Perfil 1 – Luvissole Crômico órtico típico</b>                |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-16  | 76                              | 13     | 0,167               | 7,0   | 2,6   | 41,4   | 44,9                               |
| Bt   | 16-34 | 75                              | 10     | 0,129               | 13,6  | 4,1   | 42,3   | 27,7                               |
| BC   | 34-55 | 67                              | 9      | 0,143               | 13,5  | 12,6  | 46,4   | 28,1                               |
| C  | 55-76 | 57                              | 5      | 0,080               | 12,8  | 6,0   | 37,3   | 36,7                               |
| R  | 76cm+ | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     | nd                                 |
| <b>Perfil 2 – Luvissole Crômico órtico solódico</b>              |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-19  | 105                             | 14     | 0,137               | 7,0   | 8,3   | 21,6   | 53,0                               |
| Bt   | 19-35 | 90                              | 12     | 0,136               | 7,6   | 3,9   | 27,8   | 21,1                               |
| BCn  | 35-60 | 73                              | 8      | 0,111               | 9,4   | 3,6   | 27,1   | 26,2                               |
| C  | 60-83 | 56                              | 5      | 0,094               | 10,1  | 8,1   | 23,0   | 27,6                               |
| R  | 83+   | 90                              | 16     | 0,178               | 7,7   | 9,9   | nd     |                                    |
| <b>Perfil 3 – Luvissole Crômico órtico lítico</b>                |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-9   | 109                             | 12     | 0,112               | 9,1   | 5,4   | 18,2   | 60,7                               |
| Bt   | 9-20  | 101                             | 10     | 0,100               | 8,4   | 6,0   | 23,7   | 27,0                               |
| Cr/R   | 20-55 | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |                                    |
| Topossequência II  |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| <b>Perfil 4 - Luvissole Crômico órtico vertissólico</b>          |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-16  | 111                             | 16     | 0,142               | 7,7   | 7,2   | 24,2   | 44,0                               |
| Bt   | 16-37 | 95                              | 13     | 0,138               | 12,8  | 8,4   | 28,4   | 46,9                               |
| BCvn   | 37-60 | 92                              | 10     | 0,111               | 15,2  | 8,9   | 22,9   | 47,0                               |
| Cr/R   | 60+   | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |                                    |
| <b>Perfil 5 - Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico</b> |       |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-10  | 109                             | 15     | 0,142               | 5,1   | 11,7  | 24,1   | 34,0                               |
| Bt   | 10-32 | 80                              | 13     | 0,168               | 12,9  | 8,7   | 31,1   | 44,2                               |
| BCvn   | 32-65 | 63                              | 14     | 0,228               | 12,5  | 7,2   | 33,9   | 38,3                               |
| R  | 65+   | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |                                    |

**Tabela 3.3.** Teores de óxidos de ferro extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato ( $Fe_d$ ) e oxalato ácido de amônio ( $Fe_o$ ) e capacidade de troca de cátions (CTC) de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do semi-árido nordestino

(continuação)

| Horizonte  | Prof. | $Fe_2O_3$ (g kg <sup>-1</sup> ) |        | $\frac{Fe_o}{Fe_d}$ | — CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) — |       |        | $\frac{CTC_{solo}}{CTC_{Argila}}$            |
|--|-------|---------------------------------|--------|---------------------|---|-------|--------|--|
|  |       | $Fe_d$                          | $Fe_o$ |                     | Solo  | Silte | Argila | Argila<br>cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |
| <b>Perfil 6 - Luvissole Crômico órtico vertissólico sódico</b> |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| A  | 0-7   | 92                              | 23     | 0,247               | 2,4   | 2,1   | 23,5   | 22,9   |
| Bt   | 7-27  | 72                              | 13     | 0,181               | 10,6  | 5,5   | 30,1   | 33,0   |
| BCvn   | 27-52 | 66                              | 9      | 0,142               | 11,0  | 11,2  | 34,3   | 32,7   |
| R  | 52-82 | 64                              | 8      | 0,125               | 10,2  | 11,6  | nd     |  |
| <b>Topossequência III</b>                                      |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| <b>Perfil 7 - Luvissole Crômico órtico lítico</b>              |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| A  | 0-7   | 50                              | 8      | 0,155               | nd  | 10,1  | nd     |  |
| Bt   | 7-20  | 60                              | 7      | 0,121               | 6,7   | 10,8  | 17,2   | 13,8   |
| C  | 20-34 | 44                              | 5      | 0,106               | 6,7   | 11,0  | 21,3   | 20,4   |
| Cr/R   | 34-69 | 35                              | 4      | 0,126               | 3,5   | 7,6   | 18,4   |  |
| R  | 69+   | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |  |
| <b>Perfil 8 - Luvissole Crômico órtico típico</b>              |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| A  | 0-9   | 39                              | 8      | 0,196               | 2,0   | 10,2  | 9,7    | 21,3   |
| Bt   | 9-36  | 45                              | 8      | 0,186               | 5,2   | 12,3  | 19,4   | 26,1   |
| Cr   | 36-88 | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |  |
| <b>Perfil 9 - Planossolo Háptico eutrófico típico</b>          |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| A  | 0-20  | nd                              | nd     | nd                  | 4,0   | 3,5   | nd     | 108,1  |
| E  | 20-27 | nd                              | nd     | nd                  | 2,7   | 9,8   | nd     | 27,0   |
| Btn  | 27-45 | 33                              | 6      | 0,171               | 4,2   | 9,5   | 26,0   | 18,9   |
| Cr/R   | 45-86 | nd                              | nd     | nd                  | 3,7   | 15,2  | nd     |  |
| <b>Topossequência IV</b>                                       |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| <b>Perfil 10 - Luvissole Crômico órtico típico</b>             |       |                                 |        |                     |   |       |        |  |
| AB   | 0-3   | 172                             | 20     | 0,115               | 10,8  | 10,1  | 26,0   | 44,3   |
| Bt1  | 3-20  | 156                             | 8      | 0,051               | 15,3  | 6,9   | 32,9   | 41,9   |
| Btv2   | 20-50 | 158                             | 12     | 0,079               | 14,3  | 7,5   | 30,0   | 39,8   |
| C/Cr   | 50-72 | 131                             | 6      | 0,048               | 10,3  | 9,9   | 24,6   | 20,0   |
| Cr   | 72-98 | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |  |
| R  | 98+   | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |  |

**Tabela 3.3.** Teores de óxidos de ferro extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato ( $Fe_d$ ) e oxalato ácido de amônio ( $Fe_o$ ) e capacidade de troca de cátions (CTC) de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do semi-árido nordestino

(conclusão)

| Horizonte  | Prof.                | $Fe_2O_3$ (g kg <sup>-1</sup> ) |        | $\frac{Fe_o}{Fe_d}$ | — CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) — |       |        | $\frac{CTC_{solo}}{Argila}$        |
|--|----------------------|---------------------------------|--------|---------------------|---|-------|--------|------------------------------------|
|  |                      | $Fe_d$                          | $Fe_o$ |                     | Solo  | Silte | Argila | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |
| <b>Perfil 11 - Luvissoilo Crômico órtico típico</b>      |                      |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-11                 | 146                             | 11     | 0,077               | 10,2  | 2,7   | 23,3   | 50,7                               |
| AB   | 11-29                | 153                             | 9      | 0,061               | 11,6  | 5,5   | 22,0   | 42,3                               |
| Btv  | 29-55                | 142                             | 9      | 0,060               | 15,9  | 10,1  | 26,8   | 47,9                               |
| Cr   | 55-100               | 133                             | 8      | 0,064               | 14,1  | 15,3  | 19,5   |                                    |
| R  | 100-110 <sub>+</sub> | nd                              | nd     | nd                  | nd  | nd    | nd     |                                    |
| <b>Perfil 12 – Planossolo Háplico eutrófico solódico</b> |                      |                                 |        |                     |   |       |        |                                    |
| A  | 0-20                 | 132                             | 18     | 0,135               | 5,9   | 4,8   | 23,9   | 42,0                               |
| Bt   | 20-50                | 75                              | 14     | 0,180               | 14,3  | 4,8   | 31,3   | 39,1                               |
| Cn   | 50-92 <sub>+</sub>   | 47                              | 10     | 0,216               | 16,4  | nd    | 33,0   | 49,7                               |

Os valores da relação  $Fe_o/Fe_d$  são mais altos do que aqueles registrados para solos não hidromórficos de outras regiões do País (Demattê & Hollowaychuck, 1977; Pötter & Kämpf, 1981; Pombo et al., 1982; Kämpf & Dick, 1984; Gualberto et al., 1987; Ker & Resende, 1990; Santos & Batista, 1996; Corrêa, 2005) e de outras áreas semi-áridas do Mundo (Juo et al., 1974; Bech et al., 1997), entretanto são similares aos encontrados por Agbenin & Tiessen, 1995) para Luvissois do Sertão do Pajeú, em Pernambuco, e menores do que os obtidos por Corrêa et al. (2003) para solos das Várzeas de Sousa (PB). Duiker et al. (2003) advogam que os compostos de ferro de baixa cristalinidade são mais efetivos do que os cristalinos na estabilização dos agregados de solo, mesmo quando presentes em baixas concentrações, sendo mais efetivos, inclusive do que a matéria orgânica.

Nas áreas semi-áridas do Nordeste do Brasil, excluindo-se os solos derivados de materiais ricos em óxidos de ferro litogênico, mormente de itabiritos, quartizitos com hematita e arenitos ferruginosos ou outros

materiais fortemente pré-intemperizados, espera-se que haja expressiva participação de formas de ferro de baixa cristalinidade porque a paisagem encontra-se sob ativo processo de rejuvenescimento, o que favorece a ocorrência de solos pouco desenvolvidos. De acordo com Resende (1989), o rejuvenescimento da paisagem semi-árida do Nordeste tem conduzido a exumação dos terrenos Pré-Cambrianos, com consequência da diminuição das coberturas sedimentares Paleo/Mesozóicas ou mais recentes que num passado recente ocupavam áreas mais extensas e contínuas.

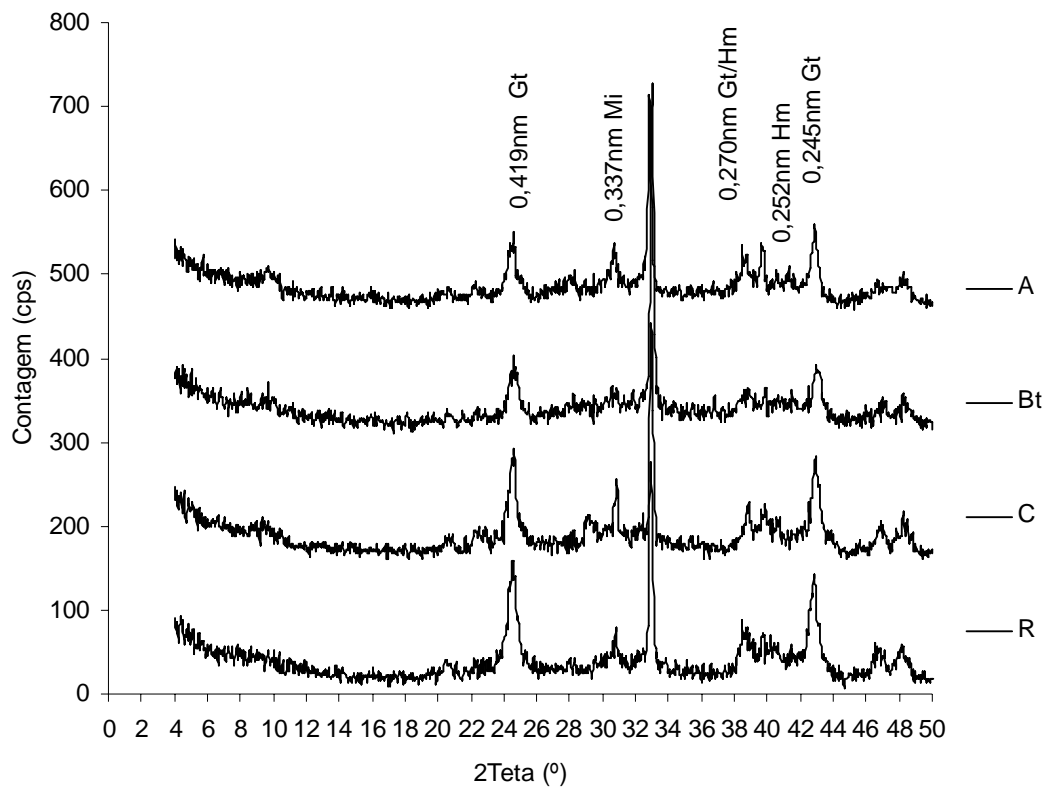
Nas toposseqüências estudadas, apesar da coloração avermelhada dos horizontes B dos Luvisolos, a goethita é o principal óxido de ferro cristalino (Figuras 3.18 e 3.19). Hematita ocorre em menores proporções, tanto que em alguns dos solos não pode ser positivamente identificada, mesmo após tratamento para concentração de óxidos com NaOH 5mol L<sup>-1</sup>. De acordo com Cornell & Schwertmann (1996), devido a elevada estabilidade termodinâmica, a goethita é de longe o óxido de ferro mais comum em solos, sendo encontrado em solos aeróbicos e anaeróbicos de todas as regiões do mundo. Por outro lado, Resende (1976) observou que apenas 1% de hematita finamente pulverizada é suficiente para mudar a cor de Latossolos dos matizes 10YR para 5YR, dado elevado poder pigmentante deste óxido.

A maior participação de goethita em solos sujeitos a um déficit hídrico elevado como os aqui estudados, deve estar relacionada a baixa taxa de liberação de ferro da estrutura cristalina dos minerais primários, o que de certa forma restringe a formação pedogênica de hematita às áreas imediatamente próximas dos minerais fontes e, no caso de trata-se da biotita, no início do processo de alteração mineral. No caso específico dos solos da toposseqüência IV é possível que parte da hematita seja herdada do material de origem.

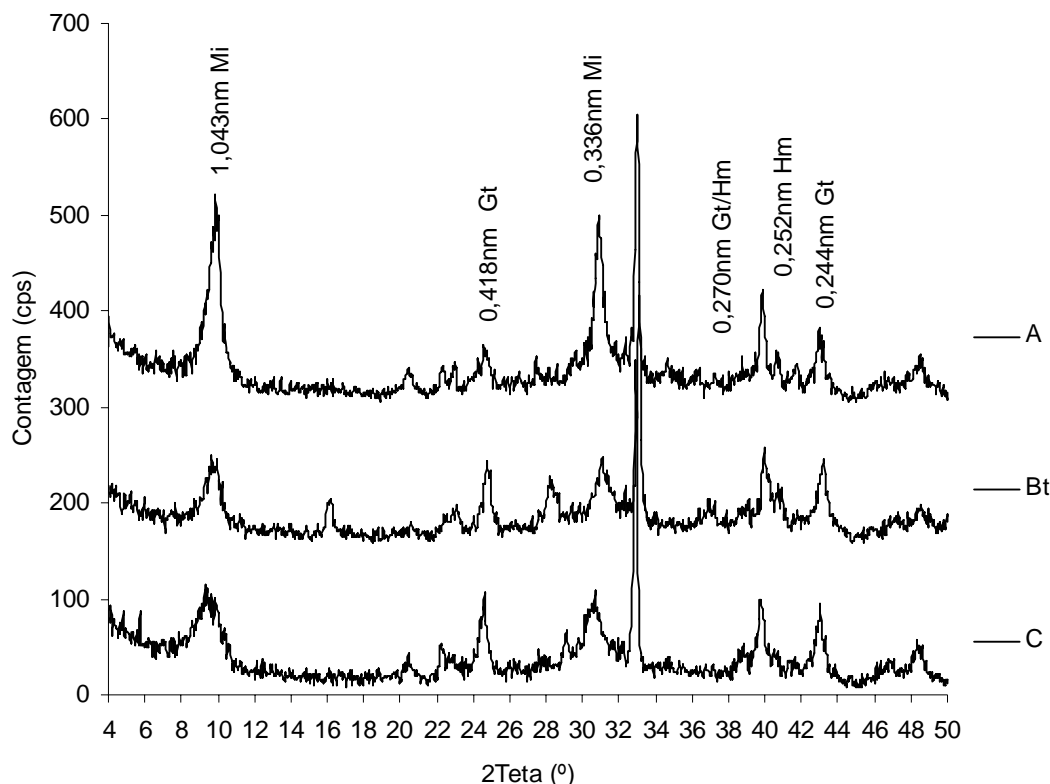
Os valores estimados para substituição isomórfica de Fe por Al na goethita variaram de 0,07 a 0,31 mol mol<sup>-1</sup>, predominando valores entre 0,10 e 0,2 mol mol<sup>-1</sup> (Tabela 3.4), situando-se dentro dos limites comumente registrados para solos (FitzPatrick & Schwertmann, 1982; Kämpf & Schwertmann, 1982; Curi & Franzmeier, 1987; Boero & Schwertmann, 1989; Fontes & Weed, 1991; Singh & Gilkes, 1991; Boero et al., 1992; Ker, 1995;

Muggler, 1998; Corrêa, 2005). Os valores dos horizontes superficiais tendem a ser menores do que os estimados para os horizontes subsuperficiais, sugerindo alguma competição por Al entre os óxidos e a matéria orgânica.

Como a taxa de dissolução de goethita diminui com o aumento da substituição isomórfica de Fe por Al (Schwertman, 2004), pode-se especular que com o passar do tempo há uma concentração residual de goethita com mais elevada substituição por Al se as condições pedoambientais favorecem a dissolução desse mineral.



**Figura 3.18.** Difratoformas de raios X da fração argila do perfil 2 (Luvissole Crômico órtico solódico), após concentração de óxidos.



**Figura 3.19.** Difratoformas de raios X da fração argila do perfil 7 (Luvisolo Crômico órtico lítico), após concentração de óxidos.

Os valores da CTC do solo variaram de 2,0 a 16,4  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  de solo. Estes valores são inferiores aos determinados pelo método da soma de cátions usualmente utilizado nos trabalhos de levantamento e classificação de solos, mas são similares aos encontrados por Agbenin & Tiessen (1995). Reeuwijk (1983), sintetizando os resultados do Programa de Intercâmbio de Resultados entre Laboratórios de Análise para Fins de Caracterização de Solos, no qual participaram 20 laboratórios de diversos países, inclusive o da EMBRAPA Solos, observou que o método da troca compulsiva por cloreto de bário produziu resultados cerca de 40% menores do que os outros métodos utilizados. Por outro lado, Almeida (1995), estudando Luvisolos do Sertão de Sergipe, obteve valores similares de CTC do solo determinado pelo método da soma de cátions e pelo acetato de amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 7,0, mas os solos por ele estudados apresentavam valores de pH em água entre 7,0 e 8,5.



**Tabela 3.4.** Valores estimados de substituição isomórfica de Fe por Al em goethitas e hematitas de solos do Semi-Árido brasileiro

| Perfil n.º | Horizonte | Goethita              | Hematita |
|------------|-----------|-----------------------|----------|
|            |           | mol mol <sup>-1</sup> |          |
| 1          | Bt        | 0,19                  | 0,01     |
|            | A         | 0,11                  | 0,00     |
| 2          | Bt        | 0,17                  | 0,05     |
|            | C         | 0,10                  | nd       |
|            | R         | 0,07                  | 0,05     |
| 4          | Bt        | 0,13                  | nd       |
|            | A         | 0,07                  | 0,05     |
| 5          | Bt        | 0,24                  | nd       |
|            | BC        | 0,29                  | nd       |
| 6          | BC        | 0,24                  | nd       |
|            | Cr/R      | 0,19                  | nd       |
| 7          | A         | 0,15                  | nd       |
|            | Bt        | 0,22                  | nd       |
|            | C         | 0,20                  | nd       |
| 8          | A         | 0,15                  | nd       |
|            | Bt        | 0,31                  | nd       |
| 10         | AB        | 0,11                  | 0,01     |
|            | C/Cr      | 0,15                  | 0,08     |
| 11         | A         | 0,19                  | 0,01     |
|            | Bt        | 0,15                  | 0,08     |
|            | Cr        | 0,19                  | 0,00     |
| 12         | A         | 0,09                  | 0,01     |

A CTC do silte variou de 2,1 a 15,3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de silte, sendo que os valores mais elevados foram encontrados nos horizontes subsuperficiais a exceção dos Perfis 5 e 10. Embora tais valores sejam baixos, a contribuição do silte para CTC do solo em alguns dos horizontes é expressiva visto que eles apresentam teores de silte iguais ou maiores do

que os de argila. A CTC do silte fino dos solos estudados por Morrás (1995) ficou situada entre 8 e 23  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respondendo por 1/6 a 1/3 da CTC total dos solos. A CTC do silte mais elevados em alguns horizontes sugere a participação de argilominerais nesta fração.

Apesar das diferenças entre o método aqui utilizado para determinação da CTC e o utilizado como referência nos trabalhos de levantamento (EMBRAPA, 2006), os dados da CTC do silte indicam que esta fração também contribui para a CTC do solo e que a relação CTC do solo/teores de argila calculada sem considerar tal contribuição pode produzir resultados que não refletem adequadamente a composição mineralógica da argila. Situação similar foi constatada por Stewart & Hossner (2001), que constataram ainda que problemas com a dispersão de agregados de argila podem produzir subestimação dos teores de argila e contribuir para distorção da relação CTC do solo/teores de argila.

A CTC da argila variou de 9,7 a 46,4  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de argila, sendo os valores mais elevados registrados para o perfil 1. Tais valores sugerem predomínio de minerais de média e baixa atividade (micas e caulinitas).

### **3.4 CONCLUSÕES**

1. A mineralogia das frações areia e silte dos solos estudados é essencialmente constituída por minerais primários, com virtual ausência de argilominerais.
2. Os filossilicatos presentes na argila foram caulinita, mica, minerais 2:1 expansivos (esmectita e/ou vermiculita) e interestratificados irregulares, sendo que a participação de mica e caulinita é maior em superfície e diminui com a profundidade, enquanto que os demais minerais seguem tendência inversa.
3. Goethita com moderada substituição de Fe por Al foi o principal óxido de ferro identificado nos solos estudados.
4. A capacidade troca de cátions determinada para argila foi menor do que aquela estimada pela relação CTC do solo/argila.

5. O silte tem expressiva participação na CTC dos solos estudados, principalmente nos horizontes com maior conteúdo de silte.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBENIN, J.O.; TIESSEN, H. Soil properties and their variations on two contiguous hillslopes in Northeast Brazil. **Catena**, v. 24, p.147-161, 1995.

ALMEIDA, B.G. **Avaliação do impacto do manejo com irrigação em solos brunos não cálcicos do estado de Sergipe**. 1995. 117p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ALMEIDA, J.C. Gênese e mineralogia de brunos não cálcicos vérticos e planossolos solódicos do semi-árido de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., 1989, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p. 206-207.

BATISTA, R.B. **Solos do semi-árido da Paraíba afetados por sódio: mineralogia e síntese de minerais**. 1988. 129p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BECH, J.; RUSTULLET, J.; GARRIGÓ, J.; TOBÍAS, F.J.; MARTINEZ, R. The iron content of some red Mediterranean soils from Northeast Spain and its pedogenic significance. **Catena**, v. 29, p.211-229, 1997.

BOERO, V.; PREMOLI, A.; MELIS, P.; BARBERIS, E.; ARDUINO, E. Influence of climate on the iron oxide mineralogy of Terra Rossa. **Clays and Clay Minerals**, v.40, n.1, p.8-13, 1992.

BOERO, V.; SCHWERTMANN, U. iron oxide mineralogy of terra rossa and its genetic implications. **Geoderma**, v. 44, p. 319-327, 1989.

BROWN, G. Associated minerals. In: BRINDLEY, G.W; BROWN, G., eds. **Crystal structure of clay minerals and their x-ray identification**. London, Mineralogical Society, 1980. p.361-410.

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. X-ray Diffraction Procedures for clay mineral Identification In: BRINDLEY, G.W; BROWN, G., eds. **Crystal structure of clay minerals and their x-ray identification** London: Mineralogical Society, 1980 chapter 5, p. 305-360.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2001. 215. 2 mapas. Escala 1:500.000.

CORNELL, R.M.; SCHWERTMANN, U. **The iron oxides**: structure, properties, reactions, occurrence and uses. New York: VCH Publishers, 1996. 573p.

CORRÊA, M.M. **Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos tabuleiros costeiros**. 2000. 105p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; MENDONÇA, E.S.; RUIZ, H.A.; BASTOS, R.S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p. 311-324, 2003.

CURI, N.; FRANZMEIER, D.P. Effect of parent rocks on chemical and mineralogical properties of some oxisols in Brazil. **Soil Science Society of American Journal**,

DEMATTÊ, J.L.I.; HOLOWAYCHUCK, N. Solos da região de São Pedro estado de São Paulo. II. Mineralogia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 1, p. 99-103, 1977.

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

DUIKER, S.W.; RHOTON, F.E.; TORRENT, J.; SMECK, N.E.; LAL, R. Iron (hydr)oxide crystallinity effects on soil aggregation. **Soil Science Society of American Journal**, v. 67, p.606-611, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FITZPATRICK, R.W.; SCHWERTMANN, U. Al-substituted goethite – an indicator of pedogenic and other weathering environments in South Africa. **Geoderma**, v.27, p. 335-347, 1982.

FONTES, M.P.F.; WEED, S.B. Iron oxides in selected Brazilian oxisols: i. mineralogy. **Soil Science Society of America Journal**, v.55, p.1143-1149, 1991.

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

GUALBERTO, V.; RESENDE, M.; CURI, N. Química e mineralogia de latossolos, com altos teores de ferro, da Amazônia e do Planalto Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.11, p.245-252, 1987.

HESSE, P.R. **A textbook of soil chemical analysis**. ? : John Murray, 1972. p.89-105.

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

JUO, A.S.R.; MOORMANN, F.R.; MADUAKOR, H.O. Forms and pedogenetic distribution of extractable iron and aluminum in selected soils of Nigeria. **Geoderma**, v.11, p167-179, 1974.

KÄMPF, N.; DICK, P.D. Óxidos de ferro em cambissolos brunos no Rio Grande do Sul e Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, p. 183-188, 1984.

KÄMPF, N.; SCHWERTMAN, U. The 5-M-NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. **Clays and Clay Minerals**, v.30, n.6, p.401-408, 1982.

KER, J.C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de lassoos do Brasil**. 1995. 181p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

KER, J.C.; RESENDE, M. Caracterização química e mineralógica de solos brunos subtropicais do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 215-225, 1990.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C, Eds. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. XIII-XVIII.

LUZ, L.R.Q.P. **Pedogênese de uma toposseqüência de solos do semi-árido de Pernambuco**. 1989. 96p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MCKEAGUE, J.A.; DAY, J.H.; Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 46, p. 13-22, 1966.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: SWINEFORD, A., Ed., **Clay and clay minerals proceeding conference**. Elmsdorf, NY: Pergamon Press, 1960. p. 317-342.

MELO FILHO, J.F.; SOUZA, A.L.V. O manejo e a conservação do solo no semi-árido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, p.50-60.

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

MOREIRA, E.G.S. **Caracterização e gênese de três pedons de solonetz solodizado do Sertão Central e do Médio Jaguaribe – estado do Ceará**. 1979. 83p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MORRÁS, H. Mineralogy and cation exchange capacity of the fine silt fraction in two soils from the southern Chaco Region (Argentina). **Geoderma**, v. 64, p. 281-295, 1995.

MOTA, F.O.B. **Mineralogia de solos da região semi-árida do estado do Ceará**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 145p. (Tese de Doutorado)

MUGGLER, C.C. **Polygenetic oxisols on tertiary surfaces, Minas Gerais, Brazil: soil genesis and landscape development**. [S.l.: s.n.], 1998. 185p.

NETTLETON, W.D.; NELSON, R.E. & FLACH, K.W. **Formation of mica in surface horizons of dry land soils**. Soil. Sci. Soc. Am. J., 37:473-478, 1973.

NETTO, A.R.. **Influência da mineralogia da fração argila sobre propriedades físico-químicas de solos brasileiros**. 1996. 144p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NETTO, A.R.; BRAGA, J.M.; FONTES, M.P.F. Determinação quantitativa de minerais 2:1 na fração argila de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG.; **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 274-276.

PARAHYBA, R.B.V. **Gênese de solos planossólicos do Agreste de Pernambuco**. 1993. 153p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

POMBO, L.C.A.; KLAMT, E.; KUNRATH, I.; GIANLUPPI, D. Identificação de óxidos de ferro na fração argila de latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, p. 153-159, 1981.

PÖTTER, R.O.; KÄMPF, N. Argilo-minerais e óxidos de ferro em cambissolos e latossolos sob regime climático térmico údico, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 13-17, 1982

REEWIJK, L.P. **Programa de intercâmbio de resultados entre laboratórios de análise para fins de caracterização de solos**. Relatório de uma etapa piloto. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1983. 87p. (SNLCS. Documentos, 7).

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S.B. **Mineralogia de solos brasileiros**: interpretação e aplicações. Lavras: Editora UFLA, 2005. 192p.

RESENDE, M. **Nordeste**: ambientes agrícolas, problemas e sugestões de pesquisa. [S.l.]:[s.n.], 1989. 278p. (Coleção Mossoroense, série A, n. 29).

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the central plateau of Brazil**. 1976. 237p. Tese (Doctor of Philosophy) – Purdue University, Purdue.

SCHULZE, G. The influence of aluminium on iron oxides VIII. Unit-cell dimension of Al-substituted goethites and estimation of Al from them. **Clays and Clay Minerals**, v.32, p.36-44, 1984.

SINGER, A. Illite in the hot-aridic soil environmental. **Soil Science**, 147:123-133, 1989.

SINGH, B.; GILKES, R.J. Concentration of iron oxides from soil clays by 5 M NaOH treatment: the complete removal of sodalite and kaolin. **Clay Minerals**, n. 26, p.463-472, 1991.

STEWART, W.M.; HOSSNER, L.R. Factors affecting the ratio of cation exchange capacity to clay content in lignite overburden. **Journal Environment Quality**, v. 30, p.1143-1149, 2001.

SCHWERTMANN, U. Solubility and dissolution of iron oxides. **Plant and Soil**, v.130, n.1-2, p.1-25, 2004.

SCHWERTMANN, U.; FITZPATRICK, R.W.; TAYLOR, R.M.; LEWIS, D.G. The influence of aluminum on iron. Part II. Preparation and properties of Al-substituted hematites. **Clays and Clay Minerals**, v.27, p.105-112, 1979.

TRICE, K.R.; GRAHAM, R.C.; WOOD, H.B. Transformations of 2:1 phyllosilicates in 41-year-old soils under oak or pine. **Geoderma**, 70:49-62, 1996.

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.

## 4 MICROMORFOLOGIA E GÊNESE DE LUVISSOLOS E SOLOS ASSOCIADOS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

### RESUMO

Apesar da ocorrência comum de Luvisolos nas áreas Pré-Cambrianas da região semi-árida do Brasil, há poucas informações disponíveis sobre a micromorfologia e a gênese de tais solos. Objetivou-se com este trabalho realizar a caracterização micromorfológica de perfis de solos dispostos em toposseqüências nas quais os Luvisolos são os principais componentes e, com isso, gerar informações para subsidiar a interpretação da gênese dos mesmos. Quatro toposseqüências foram selecionadas em áreas semi-áridas dos estados de Pernambuco e da Paraíba. Amostras indeformadas foram coletadas de horizontes selecionados, impregnadas, cortadas e polidas para confecção das seções delgadas que foram analisadas sob microscópio petrográfico. A descrição das amostras indicou que não há evidências micromorfológicas que suportem que a argiluviação é um processo efetivo na formação do gradiente textural dos solos estudados. As principais pedofeições observadas estão relacionadas ao intemperismo dos minerais primários, notadamente da biotita e a dinâmica de formação e dissolução dos compostos de ferro, e a reorganização da massa do solo em função das mudanças de umidade do solo decorrentes das alternâncias entre períodos secos e chuvosos.

### **ABSTRACT: Micromorphology and genesis of Luvisols and related soils in the Brazilian semiarid region**

Despite the great occurrence of Luvisols in the semiarid region of Northeast Brazil there are very few studies on micromorphology and genesis of these soils. The objective of this work was to study the soil micromorphology in four toposequences of Luvisols aiming to understand and to identify the main processes involved in soil formation. Undisturbed samples of selected soil horizons were collected and impregnated, cut and polished to make thin sections and them analyzed by petrographic microscope. The micromorphological descriptions indicate that there are no

micromorphological evidences to support that clay illuviation was an effective process in the formation of the textural contrast of these soils. The main pedofeatures were related to mineral weathering, mainly biotite weathering, iron compounds formation and dissolution and changes in soil volume as consequence of alternating moist and dry periods.

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

A gênese dos Luvisolos brasileiros e a evolução da paisagem em que eles ocorrem são pouco conhecidas. Os estudos que versam diretamente sobre o tema são escassos, destacando-se o de Luz et al. (1992). Outros trabalhos abordaram o tema indiretamente, pois o foco principal era outro, como, por exemplo, os de Sousa (1986), Almeida (1995) e Mota (1997).

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, os Luvisolos são, por definição, solos minerais com argila de atividade alta e eutróficos, com horizonte B textural subjacente a por horizonte A fraco ou moderado ou horizonte E, não apresentando horizonte plúntico ou glei acima ou coincidente com a parte superior do horizonte B (EMBRAPA, 2006). Os solos desta classe ocupam cerca de 225,6 mil km<sup>2</sup> no território brasileiro, sendo que 47% deste total concentra-se nas áreas semi-áridas do Nordeste (Coelho et al., 2002). Neste ambiente, tais solos ocorrem comumente associados a Neossolos Litólicos e Planossolos (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b, 1975a, b; 1977; 1986; Araújo Filho et al., 2000), sendo muitas vezes difícil a individualização dos mesmos para fins de mapeamento, mesmo em levantamentos detalhados.

O semi-árido nordestino é um ambiente singular por possuir uma cobertura vegetal que não é encontrada em nenhum outro lugar do mundo – a Caatinga (Andrade-Lima, 1981; Leal et al., 2003). Este frágil ambiente está sujeito a uma forte pressão populacional e, muitas vezes, a explorações pouco adaptadas às suas potencialidades naturais, o que tem gerado a degradação de suas terras. No que diz respeito ao recurso solo, os principais tipos de degradação são a erosão hídrica e a salinização/sodificação, sendo a erosão hídrica a mais amplamente

distribuída, favorecida pela remoção da vegetação nativa, pelo regime climático (irregularidade na distribuição das precipitações pluviais e chuvas de elevada intensidade) e pela elevada erodibilidade de muitos de seus solos.

Estudos sobre a micromorfologia de Luvisolos são pouco numerosos e relativamente recentes, datando da segunda metade da década de 80, do século passado (Luz, 1989; Luz et al., 1992; Parayba, 1993; Santos & Almeida, 1995; Almeida, 1995; EMBRAPA, 1998; Corrêa, 2000).

As nítidas diferenças morfológicas observadas entre os horizontes superficiais e subsuperficiais e entre esses e o saprólito são confirmadas pelas observações micromorfológicas. De acordo com Almeida (1995), Luvisolos cultivados sob irrigação tendem a apresentar um horizonte superficial mais adensado, o que produz uma modificação na contextura matricial tornando-a mais porfírica do que o encontrado em horizontes superficiais de solos não cultivados, que é do tipo mista gefúrico-enaúlico-porfírica. Segundo este autor, isso é o resultado da diminuição da porosidade específica ou biológica.

Por outro lado, o horizonte Bt dos perfis estudados pelo mesmo autor apresentou contextura matricial do tipo porfírica, com nítidas separações plásmicas (domínios de argilas), resultantes da reorganização da matriz em resposta as mudanças da umidade do solo, além de argilãs de intemperização e poucos nitidamente atribuíveis à iluviação de argilas. O autor destaca a dificuldade de distinção entre os diferentes tipos de argilãs e a ação destrutiva que a reorganização exerce sobre os argilãs de iluviação, que tendem a ser “absorvidos” pela matriz.

Ibraimo et al. (2004) observaram no perfil por eles classificado como Luvisolo Crômico pálico saprolítico, que o caráter bicrômico do solo manifesta-se como bicromia do plasma, com forte segregação de zonas hematíticas, com envolvimento de microdeposições amareladas goethíticas, na forma de argilãs, que recobrem poros maiores e formam zonas estriadas, na forma de pápulas. Os argilãs presentes nesse solo eram, em sua maioria, de intemperização ou de estresse. Já o Luvisolo Crômico órtico solódico

por eles estudado, apresentou abundantes revestimentos cutânicos formados tanto por dispersão de argilas e translocação, quanto por difusão.

Nesse cenário, traçou-se como objetivos para o presente trabalho caracterizar micromorfologicamente os Luvisolos e solos associados de quatro toposseqüências, desenvolvidas de rochas metamórficas, representativas da ocorrência de tais solos na região semi-árida do Nordeste brasileiro, bem como estudar a gênese dos mesmos.

#### 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foram selecionadas quatro toposseqüências representativas da ocorrência de Luvisolos no semi-árido dos estados de Pernambuco e Paraíba, sendo duas delas desenvolvidas a partir de gnaisses (toposseqüência I e II), uma de micaxisto (toposseqüência III) e outra de filito (toposseqüência VI) (Tabela 4.1). Os solos das toposseqüências foram descritos e amostrados conforme orientações apresentadas por Lemos & Santos (2002) e, após a caracterização física e química, foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

**Tabela 4.1.** Material de origem, componentes climáticos e localização das toposseqüências

| Seqüência | Localização                  | Material de Origem | PPT <sup>(1)</sup>   | ETP <sup>(2)</sup> | MTM <sup>(3)</sup> |
|-----------|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|           |                              |                    | mm ano <sup>-1</sup> |                    | °C                 |
| I         | Prata – PB                   | Gnaisse            | 745                  | 1187               | 23,5               |
| II        | Serra Branca – PB            | Gnaisse            | 474                  | 1256               | 24,0               |
| III       | Serra Talhada – PE           | Micaxisto          | 694                  | 1485               | 25,0               |
| IV        | São José do<br>Belmonte - PE | Filito             | 688                  | 1484               | 26,0               |

<sup>(1)</sup>. Média das precipitações pluviais; <sup>(2)</sup>. Evopotranspiração potencial; <sup>(3)</sup>. Médias das temperaturas mensais.

Fonte: SUDENE (1990a,b); CPRM (2001); Santos et al. (2002).

Durante os trabalhos de campo, foram coletadas amostras indeformadas de horizontes selecionados dos perfis de solo, por meio de caixa de Kubiena ou como torrões. Tais amostras foram secas ao ar e em estufa a 45°C por pelo menos duas semanas, e a 55°C por mais uma semana. Após secas, foram impregnadas com uma mistura de resina de poliéster e estireno, com polimerização acelerada pela adição de peróxido de metil etil cetona, sendo a mistura preparada nas proporções de 2,2 L da resina, 1,3 L de estireno e 1,0 mL de catalisador. O corte dos blocos e a preparação das seções delgadas foram feitos nos Laboratórios de Micromorfologia de Solos da UFRPE e Laminação da UnB, seguindo-se respectivamente as orientações de Jongerius & Heintzberger (1963) e Murphy (1986).

A descrição das seções delgadas e a estimativa da proporção dos componentes minerais e das pedofeições foram feitas seguindo-se o esquema e a terminologia propostos por Bullock et al. (1985), sendo a tradução dos termos para o português feita de acordo com Lima et al. (1985), Stoops (1990) e Castro et al. (2003). A identificação dos minerais que compõem os grãos do esqueleto foi feita com base nos critérios apresentados por Dexter & Henke (2004). As fotomicrografias foram obtidas por meio de câmara fotográfica (Olympus SC36 Type 123) acoplada ao microscópio petrográfico (Olympus BX60) e digitalizadas diretamente a partir dos negativos. Elas foram editadas utilizando-se os recursos do CorelDraw 11 (Corel Corporation, 2002).

#### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

##### *Toposseqüência I*

Os solos da toposseqüência I têm características micromorfológicas semelhantes entre si (Tabela 4.2). Os grãos do esqueleto são formados por quartzo, feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina), hornblenda, nódulos ferruginosos, minerais opacos e biotita.

Nos horizontes superficiais, o padrão de distribuição relacionada é predominantemente quitônico, com partes gefúrico e porfírico. Essa feição é condizente com a textura mais arenosa desses horizontes. A

contextura birrefringente é granoestriada, a microestrutura é do tipo complexa, com grãos interligados, grãos com película e granular pouco desenvolvida, predominando poros do empacotamento composto, com alguns canais e cavidades. Muito poucos a poucos nódulos ferruginosos típicos e, às vezes, uns poucos argilãs de intemperização são as pedofeições encontradas nesses horizontes superficiais.

Já nos horizontes subsuperficiais, o padrão de distribuição relacionada é do tipo porfírico proximal e/ou de espaçamento simples, a contextura-b é predominantemente granoestriada e a microestrutura é do tipo blocos subangulares e/ou angulares, fraca a moderadamente desenvolvidos (Figura 4.1). Os poros são predominantes do tipo aplanados, ocorrendo ainda canais, cavidades e algumas câmaras. As pedofeições mais comuns são os nódulos típicos e mosqueados, ambos ferruginosos, e os argilãs de intemperização. Ocorrem ainda poucos nódulos calcíticos, frutos da saussuritização dos plagioclásios, no horizonte C do perfil 2, e pseudomorfos de feldspatos e mica, no horizonte Bt do perfil 3 e BC do perfil 1, respectivamente.

Os principais processos pedogenéticos evidenciados foram: a transformação e neoformação de minerais secundários; o desenvolvimento de estrutura (pedalidade) e a colorização dos horizontes superficiais e subsuperficiais. O intemperismo, além de conduzir a diminuição das partículas maiores em silte e argila, é responsável pela segregação de Fe – que tem como principais fontes primárias a biotita e a hornblenda, e pela formação secundária de carbonato de cálcio – que tem nos plagioclásios a principal fonte de cálcio (Figura 4.1). Apesar do registro da formação de carbonato de cálcio secundário, nódulos calcíticos foram encontrados apenas no horizonte C do perfil 2, e mesmo assim em pouca quantidade. Nos outros horizontes observou-se diferentes estágios da saussuritização dos feldspatos, mas não a formação de nódulos calcíticos ou a reprecipitação de carbonatos nas superfícies dos poros.

A alteração atinge quase toda biotita dos solos, que nas frações iguais ou maiores do que a areia, ocorre em pouca quantidade mesmo no horizonte C. Esse fato, aliado a ausência de evidências de

argiluviação (argilãs de iluviação ou seus fragmentos), sugere que a argila (e mesmo o silte) do horizonte Bt provém da formação *in situ* de argila. Já o contraste textural entre horizontes superficiais e subsuperficiais desses solos deve ser formado pela remoção e/ou destruição preferencial de argilas do horizonte superficial. Situação semelhante foi observada por Parahyba (1993), estudando solos planossólicos do Agreste pernambucano.

Diversos processos podem conduzir ao acúmulo de argila no horizonte B em relação ao horizonte superficial e, em muitos casos, não há evidências de que a diferença entre tais horizontes seja produzida pela argiluviação (Smeck et al., 1981; Fanning & Fanning, 1989; Bronger & Bruhn, 1990; van Breemen & Buurman, 1997; Phillips, 2004; Phillips, 2006). McKeague et al. (1981), realizaram uma contagem semi-quantitativa dos argilãs supostamente iluviais de 54 horizontes designados no campo como sendo Bt e constataram que apenas 34 deles tinham um mínimo de 1% de argila aparentemente de natureza iluvial, pondo em dúvida a validade deste critério para identificação de horizonte argílico como definido no *Soil Taxonomy*. Além disso, alguns autores defendem que parte dos domínios de argila que têm sido identificados como sendo de natureza iluvial são na verdade formados pela cristalização de soluções ou géis ou são produzidos pelo movimento local dentro do próprio horizonte (Brewer, 1972).

Algumas vezes, principalmente em solos argilosos em que predominam argilas de atividade alta, os sinais de argiluviação são obliterados parcial ou totalmente devido a pedoturbações causadas pela expansão e contração da massa do solo em resposta as mudanças de umidade. Nestes casos, para verificar se a translocação de argila é ativa, deve-se examinar horizontes mais profundos do que o nível máximo de pedoturbação. Nesta profundidade, os revestimentos de argila tendem a ser mais estáveis e permanecem nas faces dos pedos devido a menor dinâmica estrutural (McKeague, 1983; Bullock & Thompson, 1985), situação que também não foi observada nos horizontes C dos perfis estudados.

Teoricamente, nos horizontes superficiais espera-se alguma acidificação resultante da decomposição da matéria orgânica e da extração de cátions básicos pelas plantas. Essa acidificação pode, ao menos em



parte, ser responsável pela destruição de minerais de argila, principalmente os do grupo das esmectitas e vermiculitas.

Albuquerque Neto (1992), estudando a variação temporal da umidade num perfil de Luvissole do Riacho do Navio (PE), observou que o horizonte A atingiu a umidade mínima 16 dias após a saturação de água do perfil, enquanto no horizonte Bt isso só ocorreu após 24 dias. Observou ainda que a umidade retida no horizonte Bt foi cerca de três vezes maior do que a do horizonte A. Tais observações parecem sugerir que o horizonte Bt destes solos, nas condições semi-áridas, permanece úmido por um período muito maior do que o horizonte superficial, favorecendo desta forma o processo de intemperismo químico dos minerais primários e, conseqüentemente, a formação *in situ* de argila.

Por outro lado, no semi-árido as precipitações pluviais concentram-se em poucos eventos de curta duração e elevada intensidade (Chaves et al., 1985), o que associado à baixa condutividade hidráulica desses solos, favorece a ocorrência de escoamento superficial e, conseqüentemente, a remoção preferencial de frações mais finas, principalmente argila. Isso, certamente, contribui para a desargilização do horizonte superficial nos solos dessa Região e favorece a formação de contraste textural, em alguns deles.

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de topossequências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continua)

| Hor   | Prof. | Grãos Minerais  | PDR   | Contextura-b                                       | Microestrutura                                   | Poros  | Pedofeições  |
|---|-------|---|---|--|--|--|--|
| <b>Topossequência I</b>                           |       |   |   |  |  |  |  |
| <b>Perfil 1 – Luvissole Crômico órtico típico</b> |       |   |   |  |  |  |  |
| Bt  | 28-37 | Quartzo (89%), feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina) (5%), hornbenda (4%), opacos (2) e traços de biotita alterada.  | Porfírico proximal.                           | Granoestriada e salpicada em mosaico.              | Blocos subangulares moderadamente desenvolvidos. | Predomínio de poros aplanados e canais, com algumas cavidades. | Mosqueados ferruginosos comuns; Muito poucos nódulos ferruginosos típicos. |
| BC  | 38-48 | Quartzo (87%), feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina) (5%), hornbenda (4%), opacos (1%) e traços de biotita alterada. | Porfírico proximal.                           | Grano e poroestriada                               | Blocos angulares fracamente desenvolvidos.       | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades.  | Idem. Raras zonas de argilãs de estresse; Raros pseudomorfos de biotita.   |
| C   | 60-70 | Quartzo (86%), hornbenda (7%), feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina) (5%), biotita (1-2%) e opacos (<1%).            | Porfírico proximal e de espaçamen to simples. | Granoestriada e poroestriada em umas poucas áreas. | Idem.  | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades.  | Idem.  |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor   | Prof. | Grãos Minerais  | PDR   | Contextura-b                         | Microestrutura  | Poros  | Pedofeições  |
|---|-------|---|---|--------------------------------------|---|--|--|
| <b>Perfil 2 – Luvissole Crômico órtico solódico</b> |       |   |   |                                      |   |  |  |
| A   | 3-13  | Quartzo (80%), hornbenda (10%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (7%), opacos (3%) e traços de biotita. | Predomínio de quitônico, com partes gefúrico e porfírico. | Granoestriada e salpicado em mosaico | Complexa, formada por grãos interligados, grãos com película e granular pouco desenvolvida. | Predomínio de poros do empacotamento composto, com alguns canais e cavidades.  | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos.   |
| Bt  | 19-35 | Quartzo (77%), hornbenda (13%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (7%), opacos (2%) e biotita (1%).      | Porfírico de espaçamento simples.                         | Grano e poroestriada                 | Blocos angulares e subangulares moderadamente desenvolvida.                                 | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades.                  | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos e mosqueados ferruginosos.   |
| BC  | 40-58 | Quartzo (75%), hornbenda (15%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (7%), opacos (2%) e biotita (1%).      | Porfírico de espaçamento simples.                         | Ganoestriada                         | Em cavidades e esponjosa  | Predomínio de poros aplanados e cavidades, com alguns canais e poucas câmaras. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos e mosqueados ferruginosos; Argilãs de intemperização pouco freqüentes. |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor   | Prof. | Grãos Minerais  | PDR   | Contextura-b                  | Microestrutura   | Poros  | Pedofeições  |
|---|-------|---|---|-------------------------------|--|--|--|
| C   | 60-83 | Quartzo (70%), hornbenda (23%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (6%), biotita (1%) e traços de opacos e nódulos. | Porfírico proximal e de espaçamen to simples. | Granoestriada                 | Fissural   | Predomínio de poros aplanados (curtos), com algumas cavidades, canais e câmaras. | Poucos nódulos calcíticos típicos; Muito poucos nódulos ferruginosos típicos; Raros hiporevestimentos ferruginosos de poros; Raros argilãs de intemperização |
| <b>Perfil 3 – Luvissole Crômico órtico lítico</b> |       |   |   |                               |  |  |  |
| A   | 0-9   | Quartzo (64%), feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina) (15%), hornbenda (16%), opacos (4%) e traços biotita. | Quitônico, gefúrico e porfírico.              | Granoestriada pouco expressa. | Complexa, formada por grãos interligados, grãos com película e granular. | Predomínio de poros do empacotamento composto, com alguns canais e cavidades.    | Poucos nódulos ferruginosos típicos; Argilãs de intemperização pouco freqüentes.   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor   | Prof.           | Grãos Minerais  | PDR  | Contextura-b          | Microestrutura   | Poros   | Pedofeições  |
|---|-----------------|---|--|-----------------------|--|---|--|
| Bt  | 8-14 e<br>12-20 | Quartzo (48%), feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina) (31%), hornbenda (16%), opacos (3%) e biotita (2%).                 | Porfírico proximal e de espaçamento simples. | Grano e poroestriada. | Blocos angulares moderadamente desenvolvidos.                                  | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais, cavidades e câmaras.                    | Raros argilãs de intemperização; Raros pseudomorfos de feldspatos.   |
| <b>Toposseqüência II</b>                                |                 |   |  |                       |  |   |  |
| <b>Perfil 4 - Luvissole Crômico órtico vertissólico</b> |                 |   |  |                       |  |   |  |
| A   | 0-16            | Quartzo (60%), hornbenda (19%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (16%), opacos (3%), nódulos (2%) e traços de biotita alterada. | Gefúrico, quitônico e porfírico.             | Ganoestriada.         | Com cavidades.   | Predomínio de cavidades, com alguns canais e poros aplanados.                             | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos; Raros argilãs de intemperização; Pseudomorfos pouco freqüentes. |
| Bt  | 16-37           | Quartzo (60%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (20%), hornbenda (14%), opacos (5%), nódulos (2%) e traços de biotita alterada. | Porfírico proximal e de espaçamento simples. | Indiferenciada.       | Blocos angulares e subangulares fracamente desenvolvidos, com partes granular. | Predomínio de poros do empacotamento composto e aplanados, com alguns canais e cavidades. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos.   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor  | Prof. | Grãos Minerais   | PDR                             | Contextura-b                                    | Microestrutura                             | Poros  | Pedofeições   |
|--|-------|--|---------------------------------|---|--|--|---|
| BCv  | 37-49 | Quartzo (60%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (20%), hornbenda (14%), opacos (5%), nódulos (2%) e traços de biotita alterada.                | Porfírico proximal.             | Granoestriada e salpicada em mosaico            | Blocos angulares fracamente desenvolvidos. | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais, poros do empacotamento composto e cavidades. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos.                            |
| <b>Perfil 5 – Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico</b> |       |  |                                 |   |  |  |   |
| A  | 0-10  | Quartzo (75%), feldspatos (plagioclásio, microclina e ortoclásio) (20%), hornbenda (4%), opacos (3%), biotita (1%) e nódulos (<1%).                  | Porfírico com partes quitônico. | Grano e poroestriada.                           | Com cavidades.                             | Predomínio de cavidades, com alguns canais e poros aplanados.                                  | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos; Muito poucos pseudomorfos. |
| Bt   | 20-30 | Quartzo (75%), feldspatos (plagioclásio, microclina e ortoclásio) (20%), hornbenda (3%), opacos (1%), nódulos ferruginosos (<1%) e traços de biotita | Porfírico proximal.             | Granoestriada, com algumas partes poroestriada. | Blocos angulares fracamente desenvolvidos. | Predomínio de poros aplanados, alguns canais e cavidades.                                      | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos e pseudomorfos.             |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor | Prof. | Grãos Minerais   | PDR                 | Contextura-b        | Microestrutura   | Poros   | Pedofeições   |
|-----|-------|--|---------------------|---------------------|--|---|---|
| BC  | 32-65 | Quartzo (70%), feldspatos (plagioclásio, microclina e ortoclásio) (25%), hornbenda (3%), opacos (1%), nódulos ferruginosos (<1%) e traços de biotita alterada. | Porfírico proximal. | Indiferenciado.     | Blocos angulares fracamente desenvolvidos.                         | Predomínio de poros aplanados, alguns canais e cavidades.     | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos e pseudomorfos. |
| R   | 65-70 | Quartzo (60%), feldspatos (plagioclásio, microclina e ortoclásio) (30%), hornbenda (7%), opacos (3%), nódulos ferruginosos (<1%) e traços de biotita alterada. | Porfírico proximal. | Grano e poroetriada | Blocos angulares fracamente desenvolvidos nas áreas pedogenizadas. | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades. |   |

**Perfil 6 – Luvisolo Crômico órtico vertissólico sódico**

|   |     |  |                     |  |            |   |  |
|---|-----|--|---------------------|--|------------|---|--|
| A | 0-7 | Quartzo (93%), feldspatos (5%), hornbenda (2%) e traços de biotita alterada. | Porfírico proximal. | Salpicada em mosaico e partes indiferenciadas. | Fissuaral. | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades. |  |
|---|-----|--|---------------------|--|------------|---|--|

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| <b>Hor</b> | <b>Prof.</b> | <b>Grãos Minerais</b>  | <b>PDR</b>          | <b>Contextura-b</b>   | <b>Microestrutura</b>                        | <b>Poros</b>  | <b>Pedofeições</b>  |
|------------|--------------|--|---------------------|-----------------------|--|---|---|
| Bt         | 7-27         | Quartzo (89%), feldspatos (8%), hornbenda (2%), opacos (1%) e traços de biotita      | Porfírico proximal. | Salpicada em mosaico. | Blocos subangulares fracamente desenvolvido. | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades. |   |
| BC         | 27-52        | Quartzo (87%), feldspatos (8%), hornbenda (2%), opacos (2%) e biotita alterada (1%). | Porfírico proximal. | Salpicada em mosaico. | Blocos subangulares fracamente desenvolvido. | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades. |   |
| CR         | 75-85        | Quartzo (70%), biotita (15%), feldspatos (13%) e hornbenda (2%).                     | Porfírico proximal  | Granoestriada.        | Fissural.                                    | Predomínio de poros aplanados, com algumas cavidades.         | Muitos argilãs de intemperização; Freqüentes mosqueados ferruginosos. |



**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor   | Prof.         | Grãos Minerais   | PDR   | Contextura-b   | Microestrutura   | Poros   | Pedofeições   |
|---|---------------|--|---|----------------|--|---|---|
| <b>Toposseqüência III</b>                         |               |  |   |                |  |   |   |
| <b>Perfil 7 – Luvissole Crômico órtico lítico</b> |               |  |   |                |  |   |   |
| Bt  | 8-12<br>12-18 | Quartzo (44%), biotita (41%) e feldspatos (plagioclásio e microclina) (15%). | Porfírico com partes quitô-enaúlico.              | Granoestriada. | Complexa, com predomínio de blocos subangulares em relação a granular. | Predomínio de poros do empacotamento composto, com canais, poros do empacotamento complexo e aplanados. | Mosqueados ferruginosos comuns; Abundantes argilãs de intemperização; Pápulas pouco freqüentes. |
| C   | 20-28         | Biotia (62%), quartzo (31%) e feldspatos (7%).                               | Porfírico   |                | Fissural.  | Aplanados.  | Mosqueados ferruginosos comuns.   |
| <b>Perfil 8 – Luvissole Crômico órtico típico</b> |               |  |   |                |  |   |   |
| A   | 0-9           | Quartzo (50%), feldspatos (40%), biotia (10%) e opacos (traços).             | Porfírico com poucas e esparsas partes quitônico. | Granoestriada. | Complexa, formada por grãos interligados e poros entre grãos.          | Cavidades, vesículas e poros do empacotamento composto.   | Muito poucos mosqueados ferruginosos.   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor   | Prof.  | Grãos Minerais  | PDR  | Contextura-b   | Microestrutura  | Poros   | Pedofeições   |
|---|--------|---|--|----------------|---|---|---|
| Bt  | 13-23  | Biotia (38%), quartzo (34%), feldspatos (28%) e traços de hornblenda.                                       | Porfírico proximal.                          | Granoestriada. | Blocos angulares e subangulares fracamente desenvolvidos. | Canais, cavidades e poros aplanados.                | Raros revestimentos típicos e crescentiformes (ferri-argillãs); Raras pápulas. Muito poucos pseudomorfos. |
| CR  | 36-88+ | Biotita (57%), Feldspatos (plagioclásios, ortoclásio e microclina) (28%), quartzo (15%) e traços de zircão. |  |                |   | Aplanados.  | Freqüentes pseudomorfos de mica e feldspatos.   |
| <b>Perfil 9 – Planossolo Háplico eutrófico típico</b> |        |   |  |                |   |   |   |
| E   | 20-26  | Quartzo (47%), feldspatos (plagioclásio, ortoclásio e microclina) (46%), biotia (7%) e traços de horblenda. | Predomínio de quitônico, com partes gefúrico | Granoestriada. | Grãos com películas e grãos interligados.                 | Poros do empacotamento simples, cavidades e canais. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos e pseudomorfos.   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor  | Prof. | Grãos Minerais  | PDR  | Contextura-b   | Microestrutura  | Poros   | Pedofeições   |
|------|-------|---|--|----------------|---|---|---|
| E-Bt | 25-30 | Feldspatos (plagioclásio e microclina) (42%), quartzo (40%), biotia (18%) e traços de opacos. | Porfírico proximal e de espaçamento simples. | Granoestriada. | Blocos subangulares fracamente desenvolvidos.         | Poros aplanados, do empacotamento composto, canais e cavidades. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos e mosqueados; Raros argilãs de intemperização. Raros preenchimentos de poros. |
| Bt   | 27-33 | Feldspatos (plagioclásio e microclina) (51%), quartzo (47%) e biotia (2%).                    | Porfírico proximal e de espaçamento simples. | Granoestriada. | Complexa, formada de esponjosa e grãos com películas. | Poros do empacotamento composto, cavidades e canais.            | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos. Raros preenchimentos de poros.   |
| Cr   | 45-60 | Biotita (52%), feldspatos (plagioclásio e microclina) (29%) e quartzo (19%).                  | Porfírico proximal.                          | Não se aplica. | Maciça.   | Freqüentes pseudomorfos de biotita.                             |   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor  | Prof. | Grãos Minerais  | PDR                 | Contextura-b          | Microestrutura   | Poros  | Pedofeições  |
|--|-------|---|---------------------|-----------------------|--|--|--|
| <b>Toposseqüência IV</b>                           |       |   |                     |                       |  |  |  |
| <b>Perfil 10 – Luvissole Crômico órtico típico</b> |       |   |                     |                       |  |  |  |
| Bt1  | 3-14  | Quartzo (91%), opacos (5%), mica (3%), epidoto (1%).  | Porfírico proximal  | Salpicado em mosaico. | Complexa, formada por blocos subangulares e angulares moderadamente desenvolvidos. | Poros do empacotamento composto, aplanados, canais e cavidades.                                | Muitos hiporevestimentos ferruginosos de poros (hipoferrãs); Muito poucos mosqueados e nódulos ferruginosos típicos. |
| Bt2  | 21-35 | Quartzo (81%), mica (10%), opacos (7%), epidoto (2%). | Porfírico proximal. | Salpicado em mosaico. | Blocos subangulares e angulares moderadamente desenvolvidos.                       | Predomínio de poros aplanados, com alguns poros do empacotamento composto, canais e cavidades. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos;   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(continuação)

| Hor      | Prof. | Grãos Minerais   | PDR  | Contextura-b                      | Microestrutura   | Poros  | Pedofeições  |
|----------|-------|--|--|-----------------------------------|--|--|--|
| C/<br>Cr | 50-72 | Mica (40%), epídoto (35%), opacos (15%) e quartzo (10%).   | Porfírico na área edafizada e mônico no resto da lâmina. | Indiferenciada na área edafizada. | Predomínio de blocos subangulares com alguma ganular moderadamente desenvolvida na área edafizada e fissural no resto. | Poros do empactamento, canais e cavidades na área edafizada e aplanados (fissuras interminerais) no resto.   | Raros hiporrevestimentos ferruginosos na superfície dos poros;           |
| Cr       | 72-98 | Opacos (30%), epídoto (30%), mica (20%) e quartzo (10%), sendo que a participação de quartzo chega a 30% nas áreas edafizadas. |  | Indiferenciada na área edafizada. | Com rachaduras na maior parte da lâmina e blocos subangulares e granular fracamente desenvolvidos na área edefizada.   | Aplanados (muitas fissuras interminerais) na maior parte da lâmina e poros do empacotamento composto, aplanados e poucos canais na área edafizada. | Raros hiporrevestimentos ferruginosos na superfície dos poros aplanados; |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

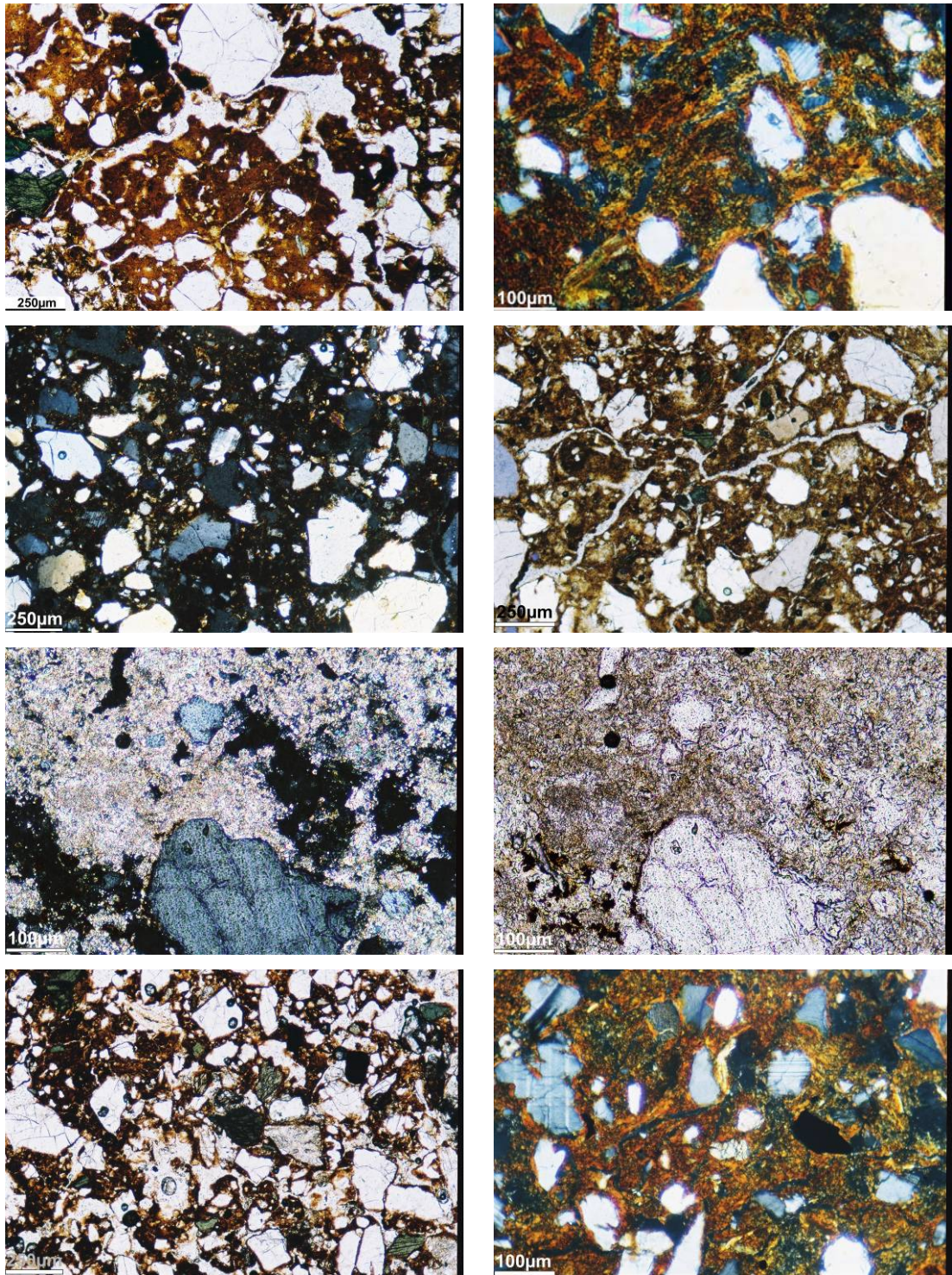
(continuação)

| Hor  | Prof.          | Grãos Minerais   | PDR                       | Contextura-b   | Microestrutura  | Poros   | Pedofeições  |
|--|----------------|--|---------------------------|--|---|---|--|
| <b>Perfil 11 - Luvissole Crômico órtico típico</b>       |                |  |                           |  |   |   |  |
| A  | 0-11           | Quartzo (92%), opacos (5%), mica (2%) e epítodo (1%)   | Porfírico proximal        | Salpicada em mosaico   | Blocos angulares e subangulares moderadamente desenvolvidos | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades    |  |
| Bt   | 29-45<br>45-55 | Quartzo (92%), opacos (5%), mica (2%) e epítodo (1%).  | Porfírico proximal        | Salpicada em mosaico   | Blocos angulares e subangulares moderadamente desenvolvidos | Predomínio de poros aplanados, com alguns canais e cavidades    | Muito poucos mosqueados ferruginosos; Raros hiporevestimentos ferruginosos nas superfícies do poros. |
| <b>Perfil 12 – Planossolo Háptico eutrófico solódico</b> |                |  |                           |  |   |   |  |
| A  | 0-20           | Quartzo (67%), opacos (25%), nódulos (5%), epítodo (3%) e traços de microclina, hornblenda e mica. | Misto porfírico-enáulico. | Indiferenciada em baixa magnificação e salpicada em mosaico em maior magnificação. | Granular coalescida moderadamente desenvolvida.             | Poros do empacotamento composto, cavidades, canais e aplanados. | Muito poucos nódulos ferruginosos típicos.   |

**Tabela 4.2.** Descrição micromorfológica dos solos de toposseqüências desenvolvidas de rochas metamórficas no semi-árido nordestino

(conclusão)

| Hor | Prof. | Grãos Minerais  | PDR  | Contextura-b   | Microestrutura   | Poros   | Pedofeições   |
|-----|-------|---|--|--|--|---|---|
| Bt  | 20-50 | Quartzo (75%), opacos (15%), nódulos (10%) e epídoto (3%).                | Porfírico proximal e de espaçamento simples. | Indiferenciada em baixa magnificação e salpicada em mosaico em maior magnificação. | Blocos subangulares e angulares moderadamente desenvolvidos, com partes granular coalescida. | Aplanados, do empacotamento composto, com canais e cavidades. | Poucos nódulos ferruginosos típicos.  |
| C   | 50-92 | Quartzo (72%), nódulos (20%), opacos (5%), epídoto (3%) e traços de mica. | Porfírico de espaçamento simples.            | Salpicada em mosaico.  | Blocos subangulares e angulares moderadamente desenvolvidos.                                 | Aplanados, do empacotamento composto, com canais e cavidades. | Freqüentes nódulos ferruginosos típicos; Raros hiporevestimentos ferruginosos nas superfícies das fissuras. |



**Figura 4.1.** Fotomicrografias mostrando: PDR do tipo porfírico e b-fabric granoestriado dos horizontes Bt e BC do perfil 1 (I e II) e Bt do perfil 3 (VIII); escurecimento da matriz por matéria orgânica no horizonte A (III), parte da estrutura em blocos angulares do horizonte Bt (IV) e saussuritização de feldspatos produzindo calcita (V e IV) no horizonte BC do perfil 2; grãos (verdes) de hornblenda e estrutura do tipo complexa no horizonte A do perfil 3.



## **Toposseqüência II**

Os solos da toposseqüência II têm horizonte A com padrão de distribuição relacionado dos tipos gefúrico, quitônico e porfírico no perfil 4, porfírico com partes quitônicas no perfil 5 e porfírico no perfil 6. A contextura-b é estriada (grano e/ou poroestriada) nos perfis 4 e 5, e salpicada em mosaico no perfil 6. A microestrutura é com cavidades nos perfis 4 e 5 e fissural no perfil 6. Nódulos ferruginosos típicos são as principais pedofeições.

Já o horizonte Bt tem padrão de distribuição relacionado do tipo porfírico (ou porfirosquélco na terminologia adotada por Brewer (1976)) nos três perfis, sendo este um padrão comum em solos argilosos (Blokhuis et al., 1990). A contextura-b é indiferenciada no perfil 4, granoestriada no perfil 5 e salpicada no perfil 6. Blocos subangulares e/ou angulares fracamente desenvolvidos formam a microestrutura do horizonte Bt nesses solos. Como no horizonte superficial, nódulos ferruginosos são as principais pedofeições.

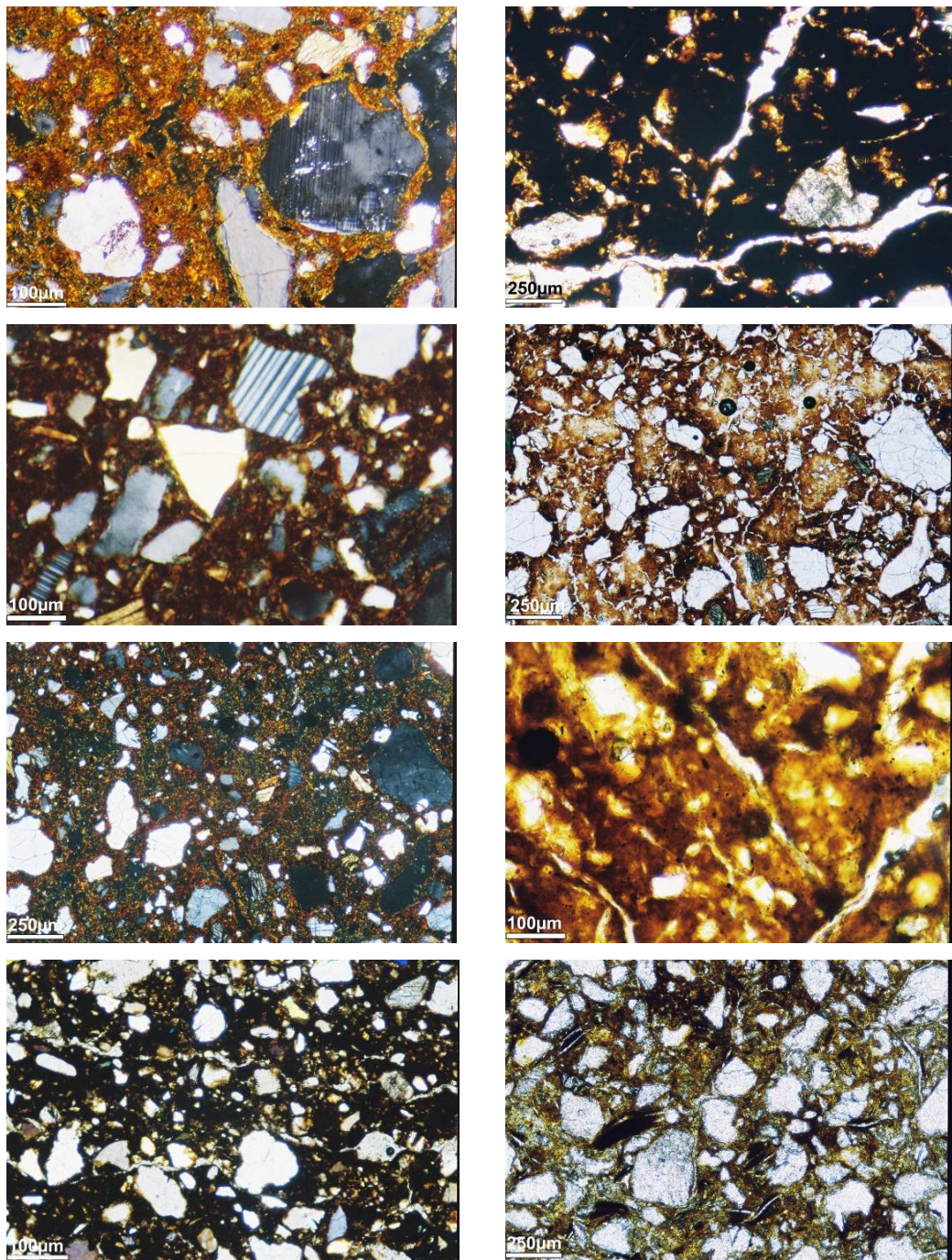
Os horizontes subjacentes ao horizonte Bt têm características similares a ele, mas apresentam maior participação de feldspatos, pedalidade menos desenvolvida e predomínio de poros aplanados.

A contextura-b do tipo poro ou granoestriada está relacionada a reorganização da massa do solo em função das mudanças de umidade (Almeida, 1995; EMBRAPA, 1998; Gunal & Ransom, 2006), mas apesar de ter sido constatada a presença de superfícies de compressão e mesmo de fricção (*slickensides*) durante as observações de campo, pedofeições relacionadas às superfícies estruturais não foram observadas nas seções delgadas. Destaca-se que a amostragem não foi direcionada para observação de tais feições.

De acordo com Blokhuis et al. (1990), as chamadas separações plásmicas relacionadas as superfícies ocorrem em todos os solos vérticos, sendo raras ou ausentes nos horizontes superficiais e mais numerosas nos horizontes mais profundos. Elas atingem o máximo desenvolvimento na parte inferior do solum e na superior do substrato, que é também a zona de desenvolvimento máximo dos *slickensides*. Por outro lado, de acordo com os mesmos autores, as concentrações plásmicas

relacionadas às superfícies, especialmente argilãs de iluviação, são raros em Vertissolos, embora a possibilidade de translocação de argila não deva ser inteiramente descartada. Em todo caso, onde ela existe é sempre um processo lento e a preservação das evidências deste processo é muito comprometida devido a baixa estabilidade das superfícies dos peds de tais solos.

Registra-se que as amostras dos horizontes Bt dos solos da toposseqüência II apresentaram problemas durante o processo de impregnação, possivelmente causados pela presença de água que interfere no processo de polimerização da mistura utilizada para endurecimento das amostras. Tais problemas podem ser minimizados pelo uso de outros tipos de resina, sendo indicadas àquelas solúveis em acetona, que deve ser inicialmente utilizada para substituir a água do solo (Salins & Ringrose-Voase, 1995?).



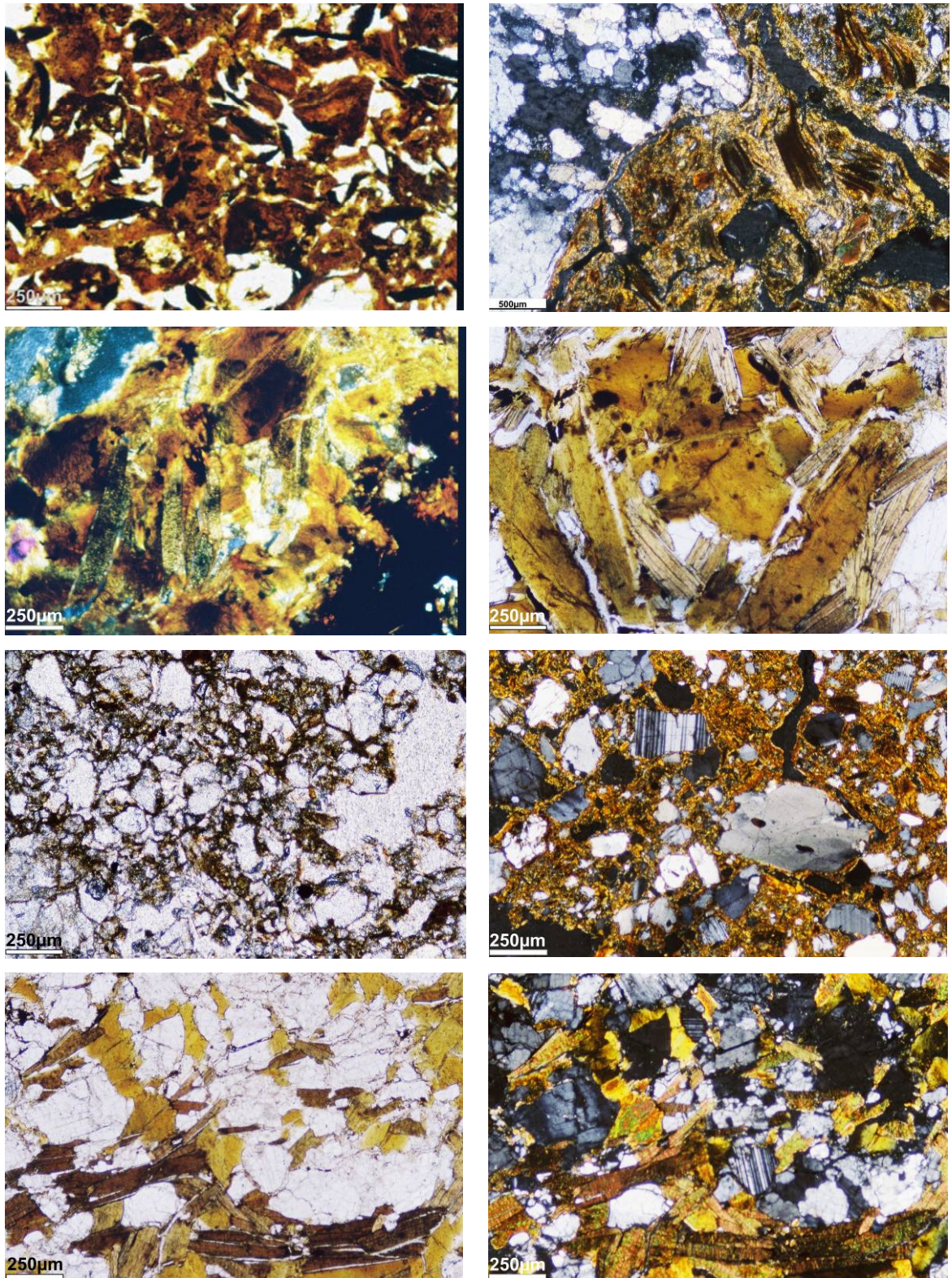
**Figura 4.2.** Fotomicrografias mostrando: Contextura-b granoestriada e alteração de plagioclásio no horizonte A do perfil 4 e do perfil 5 (I e III); estrutura em blocos angulares no horizonte Bt do perfil 4 (II); PDR do tipo porfírico no horizonte Bt do perfil 5 (IV e V); poros aplanados no BC do perfil 5 (VI); parte da microestrutura fissural do horizonte A (IV) e abundantes flocos de mica parcialmente alterados na camada R do perfil 6.

### ***Toposseqüência III***

Nos solos dessa toposseqüência os grãos minerais são compostos por biotita, quartzo e feldspatos alcalinos e alcalinos terrosos, sendo que a biotita quase sempre exhibe feições de alteração e é mais abundante no perfil 7 e no horizonte Cr do perfil 9 (Tabela 4.2). O padrão de distribuição relacionada é quitônico e gefúrico no horizonte E do perfil 9, porfírico com poucas e esparsas partes quitônicas no horizonte A do perfil 8 e porfírico proximal e/ou de espaçamento simples nos demais horizontes analisados. A contextura birrefringente é granoestriada.

A microestrutura do horizonte A do perfil 8 é complexa, do horizonte E do perfil 9 é em grãos com películas e grãos interligados. A do horizonte Bt dos perfis 7 e 8 é em blocos angulares e/ou subangulares fracamente desenvolvidos, e do horizonte Bt do perfil 9 é esponjosa e em grãos com películas. Os poróides são predominantemente do empacotamento composto no horizonte Bt dos perfis 7 e 9. Nos outros horizontes há uma quantidade maior de poros aplanados ou canais.

Relativamente às pedofeições, no horizonte Bt do perfil 7 a principal pedofeição é a presença de abundantes argilãs de intemperização, ocorrendo ainda umas poucas pápulas (em verdade, partes de pseudomórfos). No horizonte C é comum a presença de mosqueados ferruginosos. Já no horizonte Bt dos perfis 8 e 9 têm-se a presença de pouquíssimos revestimentos e/ou preenchimentos que indicam alguma iluviação. A quantificação dos argilãs de iluviação no Planossolo Háplico que compunha a seqüência de solos estudada por Silva (2000) e Santos et al. (2002) demonstrou discordância entre o processo de iluviação e a concentração de argila no horizonte Bt, sugerindo que a iluviação não foi o principal processo responsável pela formação do gradiente textural ou os argilãs por ela gerados foram, em sua maioria, destruídos posteriormente.



**Figura 4.3.** Fotomicrografias mostrando: argilificação no horizonte Bt e C do perfil 7 (I e II) e na camada R do perfil 8 (III e IV) e no horizonte Cr do perfil 9 (VII e VIII); desargilização do horizonte E (V) e PDR porfórico com textura-b granoestriada do perfil 9 (VI).

Considerando-se a pouca expressão da argiluviação observada pelas análises micromorfológicas e o elevado gradiente textural que foi obtido nos solos desta toposseqüência, especula-se que o contraste textural neles observado neste solo é poligenético, sendo o resultado de pelo menos dois processos – da perda de argila do perfil por destruição ou remoção e da translocação de argila. Phillips (2004) propôs que o contraste textural observado em muitos solos tem múltiplas causas, sendo algumas geogênicas e outras pedogenéticas. Por outro lado, Almeida (1995) não identificou evidências concretas de argiluviação em Luvisolos Sergipanos desenvolvidos de micaxistos.

Dada a virtual ausência de revestimentos argilosos nas superfícies das unidades estruturais, acredita-se que o que foi descrito no campo como cerosidade comum e fraca nos perfis 7 e 8, seja na verdade o brilho dos flocos de mica parcialmente alterada, não tendo, portanto, qualquer valor do ponto de vista taxonômico.

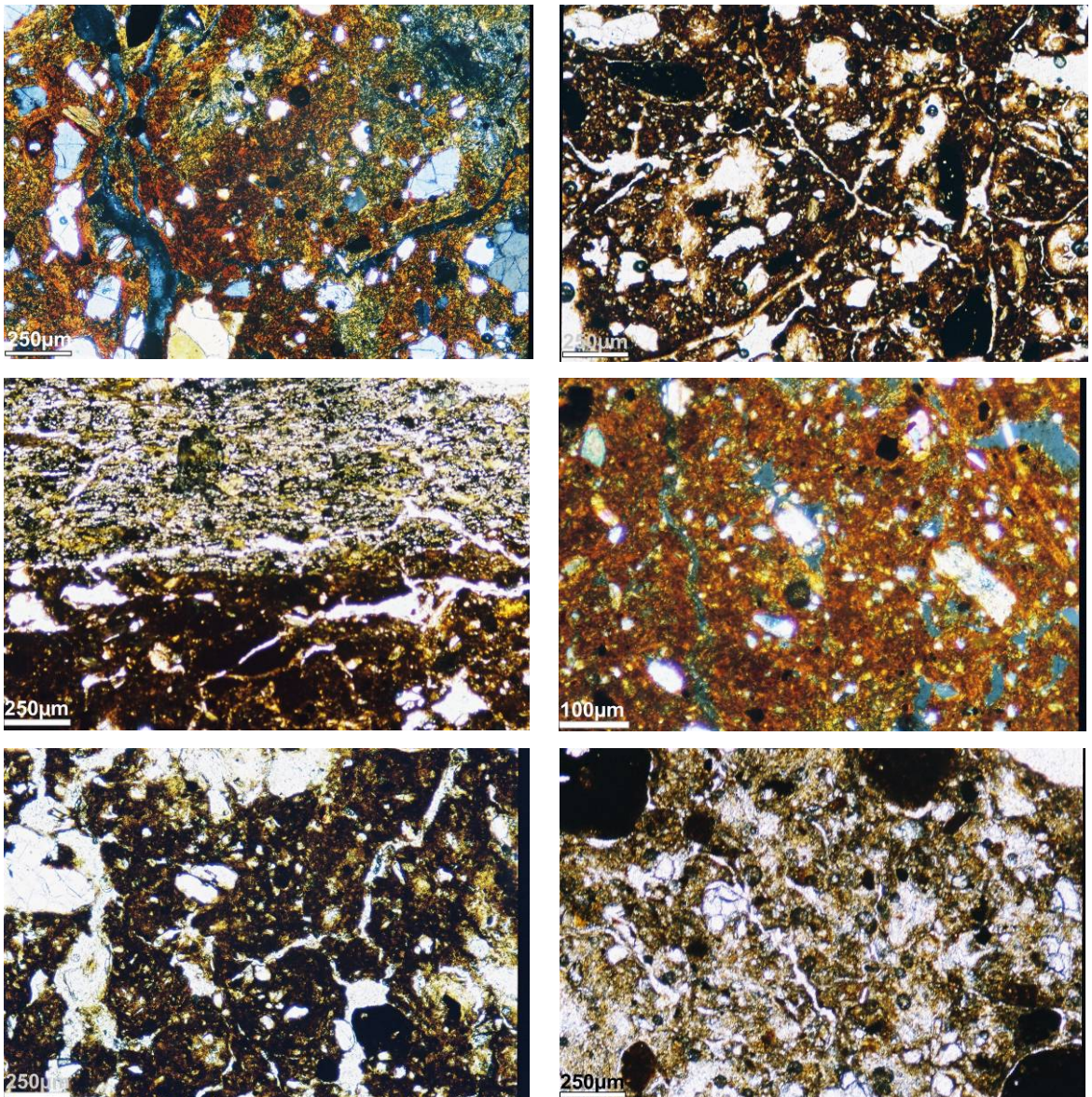
Os poroídes apresentados pelo horizonte CR do perfil 8 parecem resultar da separação dos grãos minerais que compõem a rocha matriz. Isso ocorre como conseqüência da intemperização diferenciada dos minerais primários e confere ao saprolito uma porosidade estrutural mas efetiva do que aquela observada no horizonte subjacente.

#### **Toposseqüência IV**

Quartzo, mica, minerais opacos e epitodo são os principais minerais que, em proporções variadas, formam os grãos minerais dos solos da toposseqüência IV (Tabela 4.2). No horizonte A do perfil 12 ocorrem ainda traços de microclina e hornblenda que parecem reforçar as observações de campo que indicam que este horizonte recebeu contribuição de materiais transportados das áreas adjacentes mais elevadas.

O padrão de distribuição relacionado é predominantemente porfírico proximal ou de espaçamento simples. A contextura-b é indiferenciada nos horizontes C/Cr e Cr do perfil 10 e nos horizontes A e Bt do perfil 12, e salpicada em mosaico nos demais horizontes.

A microestrutura predominante é do tipo em blocos angulares e subangulares de fraca a moderadamente desenvolvida e, por conseguinte, os poróides predominantes são os do tipo aplanados. As pedofeições mais freqüentes estão relacionadas a dinâmica dos compostos de ferro, na forma de hiporevestimentos, nódulos e mosqueados.



**Figura 4.4.** Fotomicrografias mostrando: PDR porfírico do horizonte Bt1 do perfil 10 (I) e do horizonte Bt do perfil 11 (IV); parte da estrutura em blocos subangulares do horizonte Bt2 do perfil 10 e do Bt do perfil 12; contato entre zonas edafizadas e não-edafizadas no Cr do perfil 10 (III).

#### 4.4 CONCLUSÕES

1. Não há evidências micromorfológicas que suportem que a argiluviação seja um processo efetivo na formação do gradiente textural dos Luvisolos estudados;
2. As principais pedofeições observadas estão relacionadas ao intemperismo dos minerais primários, notadamente da biotita e a dinâmica de formação e dissolução dos compostos de ferro, e a reorganização da massa do solo em função das mudanças de umidade do solo decorrentes das alternâncias entre períodos secos e chuvosos.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE NETO, A.F.C. Variação temporal da umidade num perfil de um solo bruno não cálcico vértico no estado de Pernambuco. **Caderno Ômega**, n.3, p.13-32, 1992.

ALMEIDA, B.G. **Avaliação do impacto do manejo com irrigação em solos brunos não cálcicos do estado de Sergipe**. 1995. 117p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ALVES, A.J.O.; RIBEIRO, M.R. Caracterização e gênese dos solos de uma topossequência na microrregião da Mata Seca de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p. 297-305, 1995.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v.4, p.149-153,1981.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N.; LOPES, O.F.; SILVA, F.H.B.B.; MEDEIROS, L.A.R.; MELO FILHO, H.F.R.; PARAHYBA, R.B.V.; CAVALCANTI, A.C.; OLIVEIRA NETO; M.B.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; LEITE, A.P.; SANTOS, J.C.P.; SOUSA NETO, N.C.; SILVA, A.B.; LUZ, L.R. Q.P.; LIMA, P.C.; REIS, R.M.G.; BARROS, A.H.C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de**



**Pernambuco.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 378p. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa; 11).

BLOKHUIS, W.A.; KOOISTRA, M.J. & WILDING, L.P. Micromorphology of cracking clayey soils (vertisols). In: DOUGLAS, L.A., ed. **Soil micromorphology: a basic and applied science.** Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 123-148.

BREWER, R. The basis of interpretation of soil micromorphological data. **Geoderma**, Amsterdam, v. 8, n. 2/3, 1972.

BRONGER, A. & BRUHN, N. Clay illuviation in semiarid-tropical (SAT) alfisols? A first approach to a new concept. In: DOUGLAS, L.A., ed. **Soil micromorphology: a basic and applied science.** Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 175-181.

BULLOCK, P.; THOMPSON, M.L. Micromorphology of Alfisols. In: THOMPSON, M.L., Org. **Soil micromorphology and soil classification.** Madison: Soil Science Society of America, 1985. cap. 2, p. 17-47.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G; TURSINA, T.; BABEL, U. **Handbook for soil thin section description.** United Kingdom: Waine Reserch, 1985. 152p.

CASTRO, S.S.; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL-TORRADO, P. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ V., V.H. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG: 2003. p. 107-164.

CORRÊA, M.M. **Atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos e ambiente agrícola nas várzeas de Sousa – PB.** 205. 194p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ V., V.H. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG: 2003. p. 107-164.

CHAVES, I.B.; FREIRE, O.; AMORIM NETO, M.S. Características da precipitação e risco de erosão na região tropical semi-árida brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.9, p. 991-998, 1985.

COELHO, M.R.; SANTOS, H.G.; SILVA, E.F.; AGLIO, M.L.D. O recurso natural solo. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JR., E. & PERES, J.R.R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2002. p. 1-11.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2001. 215. 2 mapas. Escala 1:500.000.

COREL CORPORATION. Corel Photo-Paint 11, version 11.633. [S.l.]: Corel Corporation, 2002. 2 CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **5. Reunião de classificação, correlação e aplicação de levantamento de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1998. 127p.

DEXTER, P.; HENKE, K.R. **Minerals in thin section**. 2.ed. New Jersey: Pearson Education, 2004. 163p.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil: morphology, genesis, and classification**. New York: John Wiley & Sons, 1989. 395p.

GUNAL, H.; RANSOM, M.D. Clay illuviation and calcium carbonate accumulation along a precipitation gradient in Kansas. **Catena**, v.68, p.59-69, 2006.

IBRAIMO, M.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; LANI, J.L.; ROLIM NETO, F.C.; ALBUQUERQUE, M.A.; MIRANDA, V.J. Gênese e micromorfologia de solos sob vegetação xeromórfica (caatinga) na Região

dos Lagos (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.695-712. 2004.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H.F.R.; LOPES, O.F. & MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS/SUDENE, 1986. 782p. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 36).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N.; MÉLO FILHO, H.F.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1977. 738p. v. 1. (Boletim Técnico, 52; Série Recursos de Solos, 10).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSÔA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975a. 532p. (Boletim Técnico, 35; Série Recursos de Solos, 5)

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R.; FORMIGA, R.A. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975b. 506p. (Boletim Técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6).

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Recife: Ministério da Agricultura/ SUDENE, 1973a. 2 v.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE,1973b. 359p. v. 1. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos**

**do estado de Pernambuco:** descrição de perfis de solos e análises. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972a. 354 p. v. 2. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O.; SILVA, A.P.; MÉLO FILHO, H.F.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972b. 650p. (Boletim Técnico, 15; Série Pedologia, 8)

JACOMINE, P.K.T.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; FORMIGA, R.A.; ALMEIDA, J.C.; BELTRÃO, V.A.; PESSÔA, S.C.P.; FERREIRA, R.C. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte.** Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21; Série Pedologia, 9).

JONGERIUS, A.; HEINTZBERGER, G. **The preparation of mammoth-sized thin sections.** Wageningen: Soil Survey Institute, 1963. p. 3-37. (Soil Survey Paper, 1).

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C, Eds. **Ecologia e conservação da caatinga.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. XIII-XVIII.

LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 4. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83p.

LIMA, P. C.; CURI, N.; LEPSCH, I. F. Terminologia de micromorfologia do solo. **Boletim Informativo da SBCS.** Campinas, SBCS, v. 10, p. 33-43, 1985.

LUZ, L.R.Q.P. **Pedogênese de uma toposseqüência de solos do semi-árido de Pernambuco.** 1989. 96p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LUZ, L.R.Q.P.; SANTOS, M.C.; MERMUT, A.R. Pedogênese em uma toposseqüência do semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 16, p. 95-102, 1992.

MCKEAGUE, J.A.; WANG, C.; ROSS, G.J.; ACTON, C.J.; SMITH, R.E.; ANDERSON, D.W.; PETTAPECE, W.W. & LORD, T.M. Evaluation of criteria for argillic horizons (Bt) of soil in Canada. **Geoderma**, v.25, p.63-74.

MOTA, F.O.B. **Mineralogia de solos da região semi-árida do estado do Ceará**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 145p. (Tese de Doutorado)

MURPHY, C.P. **Thin section preparation of soils and sediments**. Berkhamsted: A.B. Academic Publishers, 1986. 149p.

PARAHYBA, R.B.V. **Gênese de solos planossólicos do agreste pernambucano**. 1993. 152p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PHILLIPS, J.D. Development of texture contrast soils by combination of bioturbation and translocation. **Catena**, 2006. (in press)

PHILLIPS, J.D. Geogenesis, pedogenesis, and multiple causality in the formation of texture-contrast soils. **Catena**, v. 58, p. 75-295, 2004.

SALINS, I.; RINGROSE-VOASE, A.J. **Impregnation techniques for soils and clay materials: the problems and overcoming them**. Canberra: CSIRO, 1995? (CSIRO Division of Soils, GPO Box 639).

SANTOS, E. J. FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba: texto explicativo dos mapas geológicos e de recursos minerais do estado da Paraíba**. Recife: Serviço Geológicos do Brasil/Departamento Nacional de Produção Mineral, 2002. 142. 2 mapas. Escala 1:500.000.

SANTOS, M. C.; SILVA, M. S. L.; ALMEIDA, B. G.; KLAMT, E.; CAVALVANTI, A. C. Caracterização micromorfológica e considerações sobre a gênese de solos de tabuleiros do semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 1031-1046. 2002.

SANTOS, M.C.; ALMEIDA, B.C. Micromorfologia de solos brunos não cálcicos irrigados no estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. 1995. Viçosa. **Resumos**. Viçosa: UFV, v.3, p. 1523-1524, 1995.

SHENGGENG, C. Micromorphological study on the argillification in aridisols of China. In: DOUGLAS, L.A., ed. **Soil micromorphology: a basic and applied science**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 347-354.

SILVA, M. S. L. **Caracterização e gênese de adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil**. 2000. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SMECK, N.E.; RITCHIE, A.; WILDING, L.P.; DREES, L.R. Clay accumulation in sola of poorly drained soil of Western Ohio. **Soil Science Society American Journal**, v. 45, p. 95-102, 1981.

SOUSA, A.R. **Caracterização e interpretação de solos brunos não cálcicos para uso agrícola, no Sertão do Pajeú do Estado de Pernambuco**. Viçosa, MG, 1986. 77p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

STOOPS, G. Multilingual translation of the terminology used in the "Handbook for soil thin section description". In: DOUGLAS, L. A. (Ed.) **Soil micromorphology: a basic and applied science**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p.705-716.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Estado da Paraíba. Recife: SUDENE, 1990a. 239p. (Série pluviométrica, 5).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Estado de Pernambuco. Recife: SUDENE, 1990b. 363p. (Série pluviométrica, 6).

VAN BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil forming processes**. Department of Environmental Sciences, 1997. 324p.

## **5 MORFOLOGIA, CLASSIFICAÇÃO E GÊNESE DE LUVISSOLOS E PLANOSSOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS METAMÓRFICAS NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

### **RESUMO**

A região semi-árida do Nordeste estende-se por 750 mil km<sup>2</sup> e em suas áreas Pré-Cambrianas predominam solos rasos e pouco desenvolvidos. Grande parte desses solos é classificada, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como Neossolos Litólicos, Luvisolos e Planossolos. Traçou-se como objetivo para este trabalho caracterizar e classificar 12 perfis de solos dispostos em quatro toposseqüências que representam a ocorrência comum de Luvisolos na região semi-árida do Nordeste brasileiro. Para isso, foram selecionadas duas toposseqüências com solos desenvolvidos de gnaiss na região dos Carris Velhos (PB) e duas no Sertão de Pernambuco, sendo uma delas com solos desenvolvidos de micaxisto e outra de filito. Após a descrição dos perfis, foram coletadas amostras para realização das análises físicas e químicas de caracterização. Os resultados indicam que os solos estudados foram adequadamente enquadrados dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, sendo que 10 dos perfis foram classificados como Luvisolos Crômicos e dois como Planossolos Háplicos.

### **ABSTRACT: Morphology, classification and genesis of Luvisols and Planosols soils developed on metamorphic rocks in semiarid Northeast Brazil**

The Semiarid Region of Northeast Brazil has around 750,000 km<sup>2</sup> and the Pre-Cambrian areas are dominated by shallow and poor developed soils. Great part of these soils is classified as Litholic Neosols, Luvisols and Planosols according to the Brazilian System of Soil Classification. This work aimed to study the classification of 12 soil profiles in four toposequences, representative of the normal Luvisols occurrence in Semiarid Region of Northeast Brazil. Two sequences were selected with soils developed on gneisses in the region of "Cariris Velhos", Paraíba State, and two others in the "Sertão" region of Pernambuco State, with soils developed on

micaschists and phyllite. Soils were collected for physical and chemical analysis. The studied soils were properly classified in the Brazilian System of Soil Classification as Chromic Luvisols (10 profiles) and Haplic Planosols (2 profiles).

## 5.1 INTRODUÇÃO

A utilização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 1999) tem evidenciado cada vez mais a importância da produção de informações mais detalhadas sobre os solos do território brasileiro, bem como a necessidade de sistematização e disponibilização das informações até então produzidas.

As áreas semi-áridas ocupam aproximadamente 750 mil km<sup>2</sup> do Nordeste brasileiro, o que corresponde à cerca de 60% do território desta Região. Neste domínio bioclimático, excetuando-se as áreas sedimentares Paleo/Mesozóicas, predominam solos pouco a moderadamente desenvolvidos, principalmente das classes dos Neossolos Litólicos, Luvisolos e Planossolos, que muitas vezes ocorrem associados num complexo padrão de distribuição, dificultando o mapeamento de classes individualizadas, mesmo em levantamentos detalhados. Por outro lado, diferentemente do que ocorre para solos de outras classes, o conhecimento disponível sobre tais solos é relativamente pequeno, muitas vezes restringindo-se as informações produzidas pelos levantamentos em nível exploratório-reconhecimento.

Os Luvisolos ocupam na região semi-árida cerca de 107 mil km<sup>2</sup>, o que corresponde a 89% da área de Luvisolos do Nordeste brasileiro (Coelho et al., 2002). Esses solos desenvolvem-se principalmente a partir de gnaisse e micaxistos, com ou sem contribuição de materiais transportados, podendo também serem formados a partir de outras rochas, tais como filitos, folhelhos, siltitos, calcários e sedimentos argilo-arenosos (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1975a, b; Sampaio et al., 1976; Jacomine et al., 1977; 1986; Jacomine, 1996; Araújo Filho et al., 2000).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e classificar Luvisolos e Planossolos em quatro toposseqüências



desenvolvidas a partir de gnaisses, micaxistos ou filitos no semi-árido dos estados de Pernambuco e Paraíba.

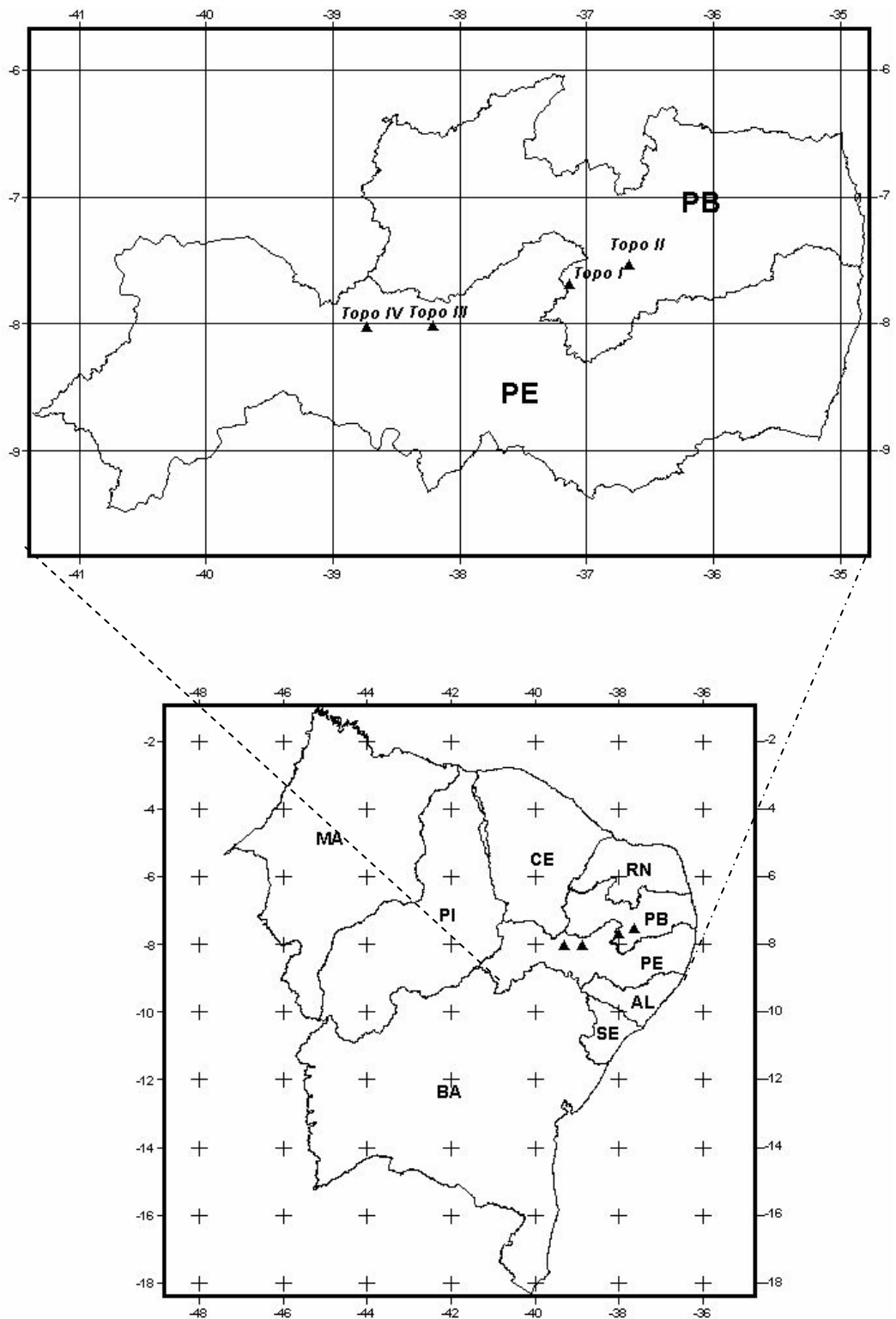
## **5.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.2.1 Caracterização das áreas de estudo**

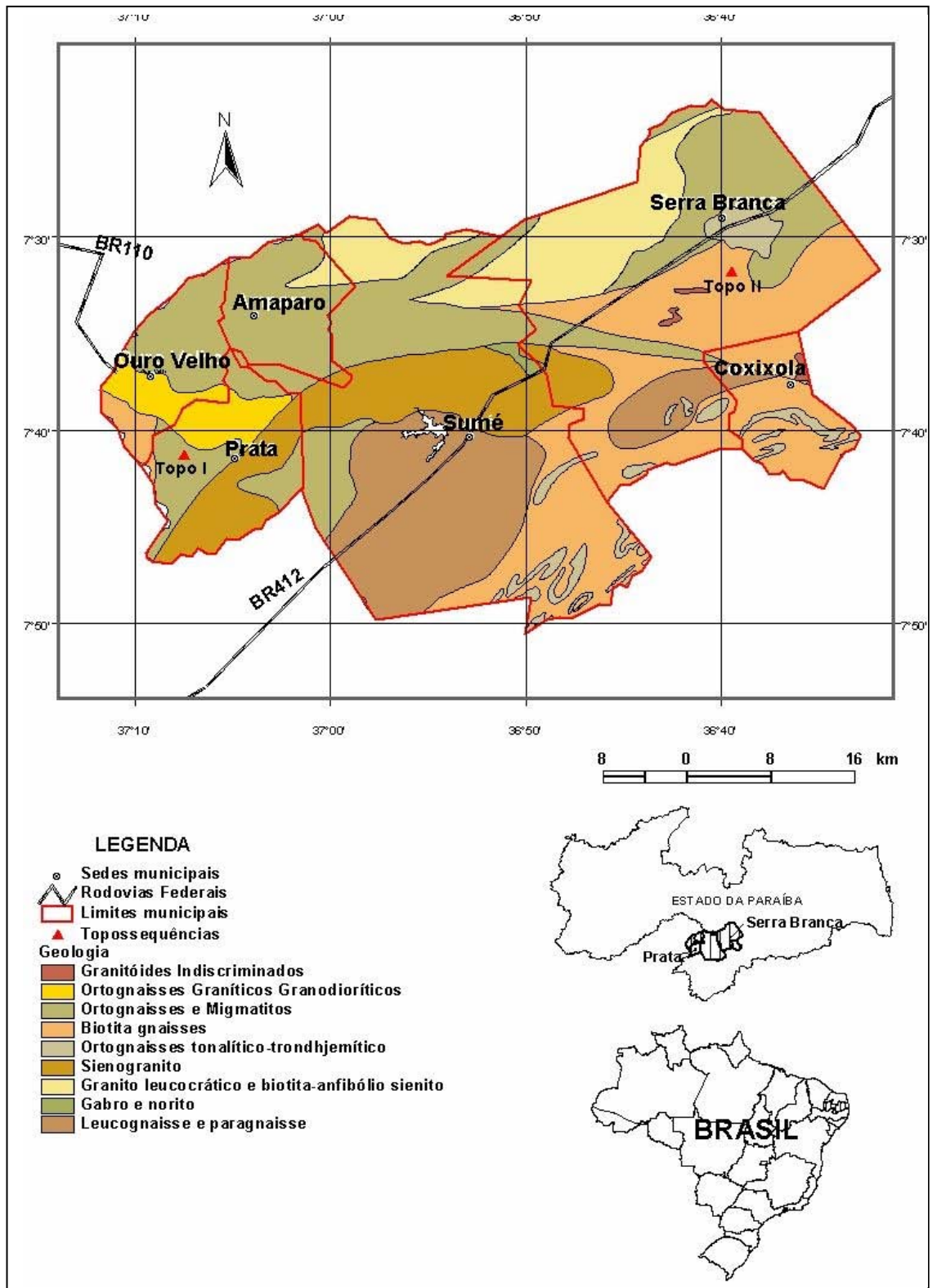
Os trabalhos de campo incluíram a seleção das quatro toposseqüências (Figura 5.1) e dos respectivos perfis de solos, a descrição morfológica dos solos e a coleta de amostras deformadas e indeformadas. A descrição dos perfis foi feita de acordo com os critérios apresentados por Lemos & Santos (2002).

Para escolha das toposseqüências, além das informações obtidas dos mapas pedológicos, foi feita, no período de 10 a 13 de agosto de 2004, uma viagem de reconhecimento as regiões semi-áridas dos estados de Pernambuco e da Paraíba. A seleção das toposseqüências foi feita utilizando-se como critério o tipo de material de origem e a representatividade da seqüência em relação ao domínio de Luvisolos no Semi-Árido nordestino. Foram, então, selecionadas duas toposseqüências com solos desenvolvidos a partir de gnaisses, uma a partir de micaxisto e uma de filito.

A descrição dos solos e a coleta das amostras foram feitas em viagens subseqüentes. Os solos das seqüências desenvolvidas a partir de gnaisses foram descritos e coletados na Região dos Carris Velhos, nos municípios de Prata e Serra Branca (PB) (Figura 5.2), durante o período de 20 a 24 de setembro de 2004.



**Figura 5.1.** Localização das toposseqüências na Região Nordeste e nos estados de Pernambuco e Paraíba.



**Figura 5.2.** Geologia das áreas de localização das topossequências I e II na Região dos Cariris Velhos, Paraíba (adaptado de Santos et al., 2002).

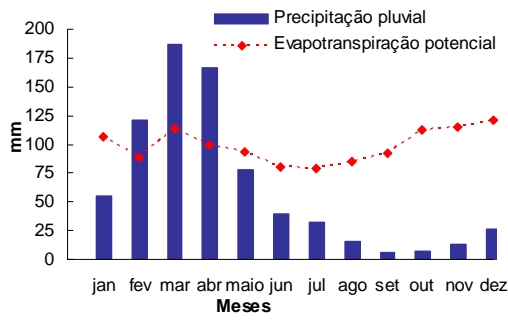
A toposseqüência I localiza-se no município de Prata (PB), em paisagem com relevo suave ondulado com topos planos, sob vegetação de caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva (Figura 5.3). O clima é do tipo Bsh da classificação de Köppen, ou seja, semi-árido quente (Jacomine et al., 1972b), apresentando temperatura média de 23,5 °C, precipitação pluvial média anual de 745 mm (SUDENE, 1990a) e evapotranspiração potencial da ordem de 1.187 mm ano<sup>-1</sup> (Figura 5.4).



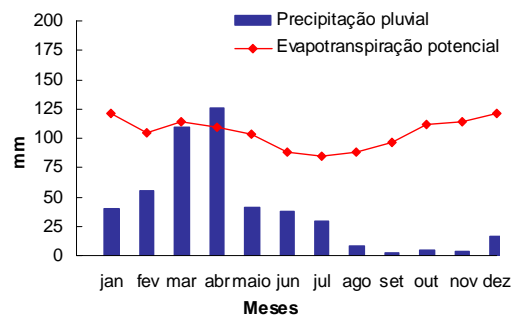
**Figura 5.3.** Aspecto geral do relevo em área adjacente a de estudo da toposseqüência I (à esquerda) e da vegetação de caatinga hiperxerófila sobre o Perfil 1 (à direita), no município de Prata (PB).

A toposseqüência II localiza-se no município de Serra Branca (PB), em paisagem com relevo plano a suave ondulado e sob vegetação de caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa (Figura 5.5). O clima também é do tipo Bsh da classificação de Köppen (Jacomine et al., 1972b), apresentando temperatura média de 24 °C, precipitação pluvial média anual de 474 mm (SUDENE, 1990a) e evapotranspiração potencial da ordem de 1.256 mm ano<sup>-1</sup> (Figura 5.4).

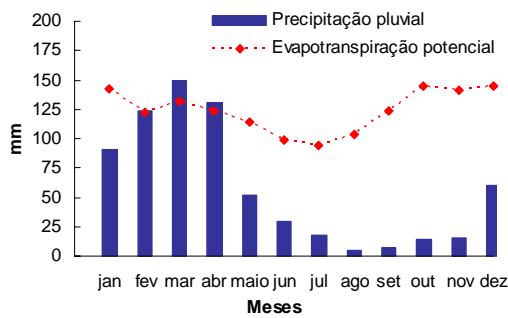
Os solos das seqüências desenvolvidas a partir de micaxisto e filito (toposseqüências III e IV), localizadas respectivamente nos municípios de Serra Talhada e São José do Belmonte (Figura 5.6), no Sertão de Pernambuco, foram descritos e coletados no período de quatro a sete de outubro de 2004.



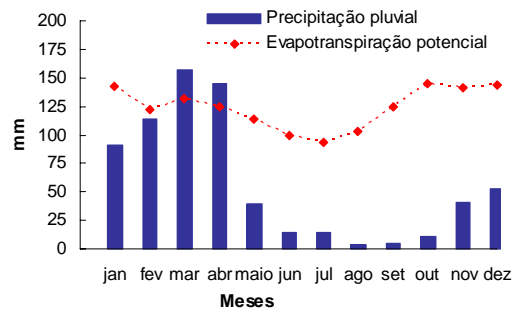
Prata – PB



Serra Branca – PB



Serra Talhada – PE

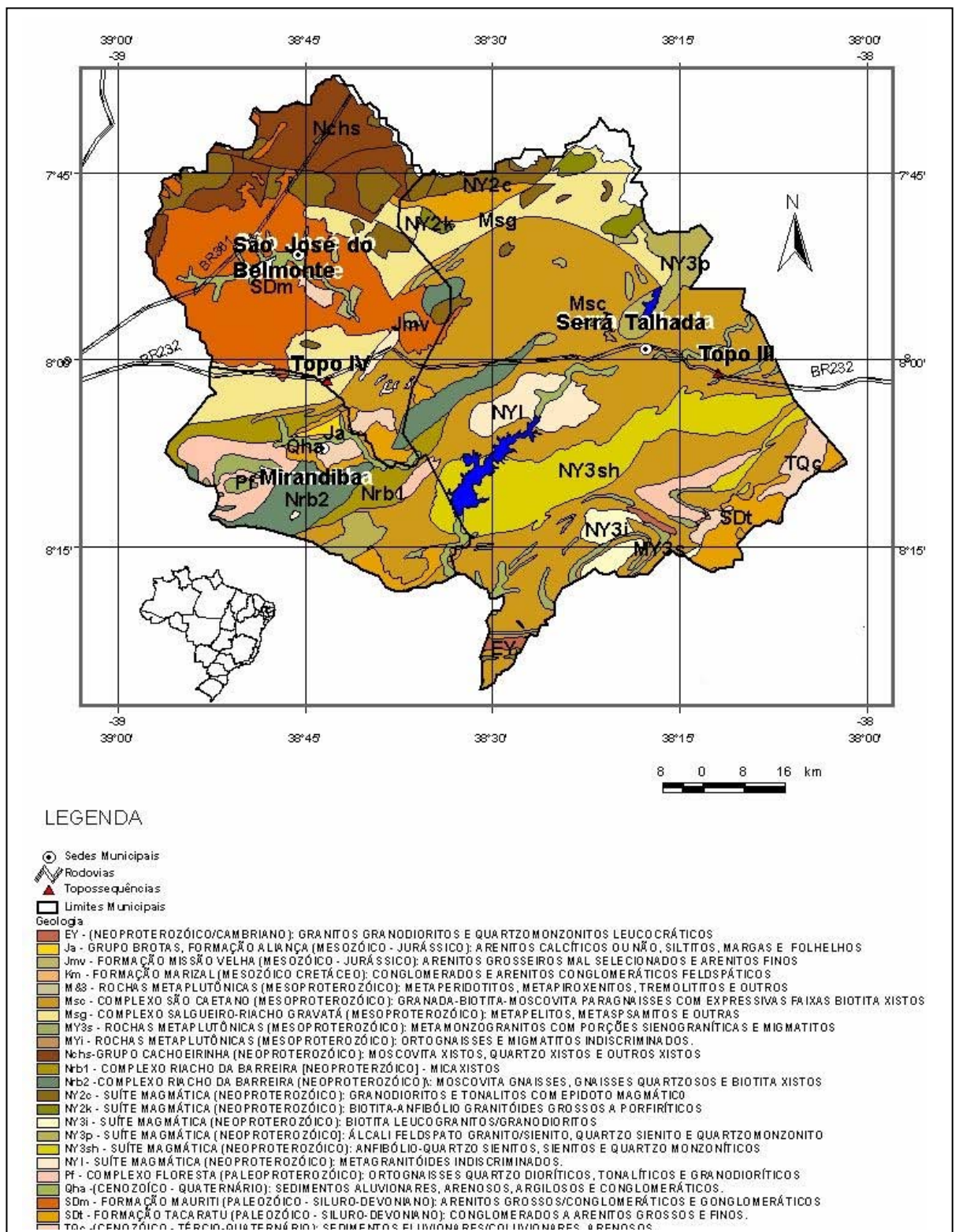


São José do Belmonte – PE

**Figura 5.4.** Balanço hídrico calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), de acordo com Silva (1990), para as áreas dos sítios de estudo.



**Figura 5.5.** Aspecto geral do relevo na área de estudo da toposseqüência II (à esquerda) e da vegetação de caatinga hiperxerófila sobre o Perfil 4 (à direita), no município de Serra Branca (PB).



**Figura 5.6.** Geologia das áreas de localização das toposseqüências III e IV no Sertão Pernambucano (adaptado de Souza (1982) e CPRM (2001)).

A toposseqüência III localiza-se em paisagem com relevo suave ondulado e ondulado, sob vegetação de caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva (Figura 5.7). O clima é do tipo BSs'h' da classificação de Köppen, isto é, muito quente, semi-árido, tipo estepe (Jacomine et al., 1973b). Apresenta temperatura média de 25 °C, precipitação pluvial média anual de 694 mm (SUDENE, 1990b) e evapotranspiração potencial da ordem de 1.485 mm ano<sup>-1</sup> (Figura 5.4).

Já a toposseqüência IV localiza-se em paisagem com relevo plano e suave ondulado, sob vegetação de caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva (Figura 5.7). O clima é também do tipo BSs'h' da classificação de Köppen (Jacomine et al., 1973). Apresenta temperatura média de 26 °C, precipitação pluvial média anual de 688 mm (SUDENE, 1990b) e evapotranspiração potencial da ordem de 1.484 mm ano<sup>-1</sup> (Figura 5.4).



**Figura 5.7.** Aspecto geral do relevo e da vegetação na área de estudo da toposseqüência III (à esquerda) e da Toposseqüência IV (à direita), nos municípios de Serra Talhada e São José do Belmonte (PE).

### 5.2.2 Análises físicas

As amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2 mm. As frações maiores que 2 mm, cascalho (2–20 mm) e calhaus (20–200 mm), foram postas de molho em solução contendo NaOH 0,02 mol L<sup>-1</sup>, lavadas em água corrente, secadas

em estufa, pesadas e tiveram suas percentagens calculadas em relação ao peso total da amostra, corrigida a umidade.

As análises físicas de caracterização dos solos foram realizadas de acordo com os métodos apresentados em EMBRAPA (1997). Estas incluíram as determinações de granulometria (com hexametáfosfato de sódio  $0,35 \text{ mol L}^{-1}$  + carbonato de sódio  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$  como dispersante químico), argila dispersa em água, densidade do solo (método do torrão parafinado) e de partículas, capacidade de campo e ponto de murcha permanente (usando-se amostras deformadas no extrator de Richards). A partir dos resultados calculou-se o grau de flocculação, relação silte/argila e porosidade total, conforme expressões apresentadas por EMBRAPA (1997).

### **5.2.3 Análises químicas**

As análises químicas, realizadas conforme métodos descritos em Defelipo & Ribeiro (1996) e EMBRAPA (1997), incluíram as determinações de: pH em água e KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (extraídos com KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados por espectrofotometria de absorção atômica);  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  (extraídos com solução de Mehlich-1 e determinados por espectrofotometria de chama);  $\text{Al}^{3+}$  (extraído com solução de KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$  e determinado por titulação); H + Al (extraídos com solução acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados por titulação com NaOH  $0,060 \text{ mol L}^{-1}$ ) e C orgânico (oxidação pelo dicromato de potássio em meio sulfúrico). A partir desses dados, foram calculados, conforme EMBRAPA (1997): soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V %), percentagem de saturação por alumínio (m %), percentagem de sódio trocável (PST) e atividade da argila ( $\text{CTC}_{\text{solo}}/\text{argila}$ ).

## **5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.3.1 Atributos morfológicos**

A descrição das características morfológicas dos perfis estudados encontra-se na Tabela 5.1 e é ilustrada nas Figuras 5.8 a 5.11.



## Toposseqüência I

Os solos da toposseqüência I são rasos a pouco profundos, com espessura do solum variando de 20 a 35 cm. As cores dos horizontes superficiais situam-se nos matizes 7,5YR e 5YR com valores  $\geq 3$  e cromas iguais a 4 (Figura 5.8). Estes horizontes têm textura menos argilosa e estrutura menor e menos desenvolvida do que o horizonte B subjacente.

O horizonte Bt apresenta cores mais avermelhadas do que os horizontes superficiais e do que o BC ou C subjacente, com as cores nos matizes 5YR e 2,5YR, com valores iguais a 4 e cromas  $\geq 4$ , atendendo os critérios para caráter crômico do SiBCS (EMBRAPA, 1999; 2006). A textura mais argilosa e a estrutura moderada média a grande prismática composta de moderada média blocos subangulares, contrasta com o horizonte superficial. Cerosidade, de fraca a moderada e comum, foi observada nos perfis 1 e 3, enquanto que no perfil 2 foram descritas superfícies de compressão comuns e moderadamente desenvolvidas.

O horizonte BC dos perfis 1 e 2 apresenta cores mais amareladas do que o Bt e mosqueado comum a abundante, indicando restrição na drenagem interna destes perfis.

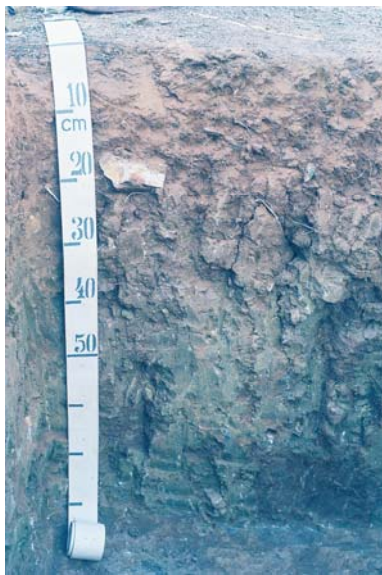
O horizonte C dos perfis 1 e 2 apresenta-se ainda mais amarelo que o horizonte subjacente e com estrutura maciça coesa.

A camada R apresenta-se como material rochoso alterado, mas suficientemente compacto para não ser escavado com pá reta, sendo passível de sê-lo com material mais agudo (picareta ou ferro-de-cova, por exemplo).

No perfil 3, o horizonte Bt assenta diretamente sobre um horizonte intermediário Cr/R, o que lhe confere uma menor espessura em relação aos demais perfis. A menor espessura do perfil 3, em relação aos outros perfis da toposseqüência, pode ser atribuída a variações locais no material de origem, que, por vezes, apresenta bandas félsicas mais espessas do que as bandas máficas, as quais se somam veios quartzosos.



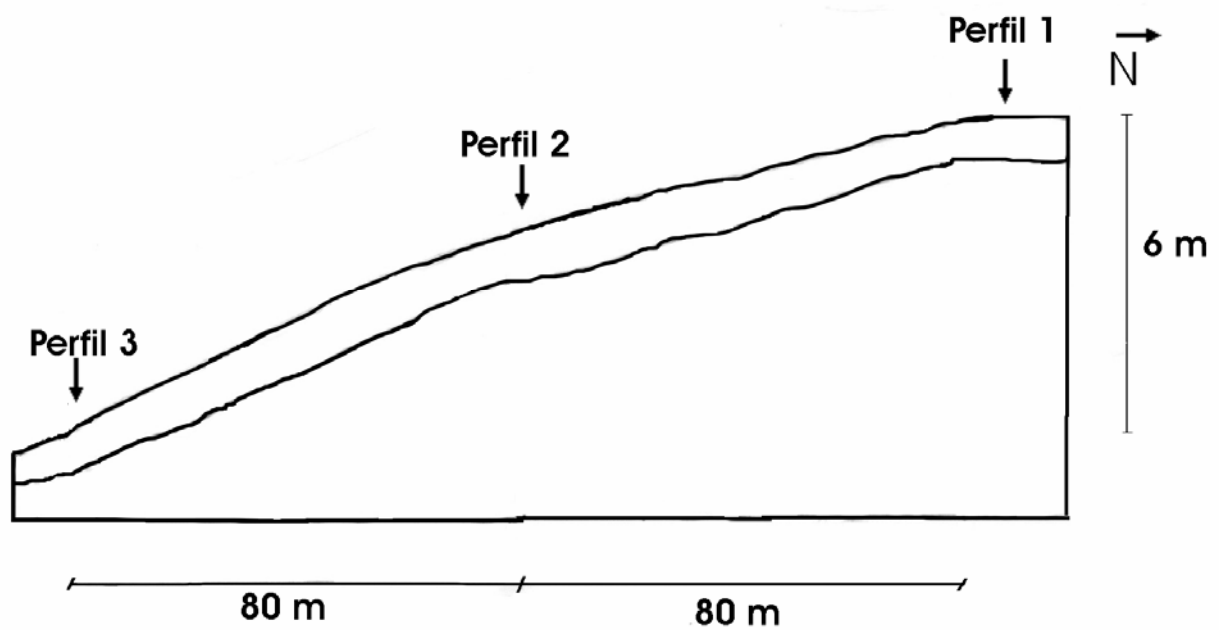
**Perfil 3 – Luvisolo Crômico  
órtico lítico**



**Perfil 2 – Luvisolo Crômico  
órtico solódico**



**Perfil 1 – Luvisolo Crômico  
órtico típico**



**Figura 5.8.** Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência I.



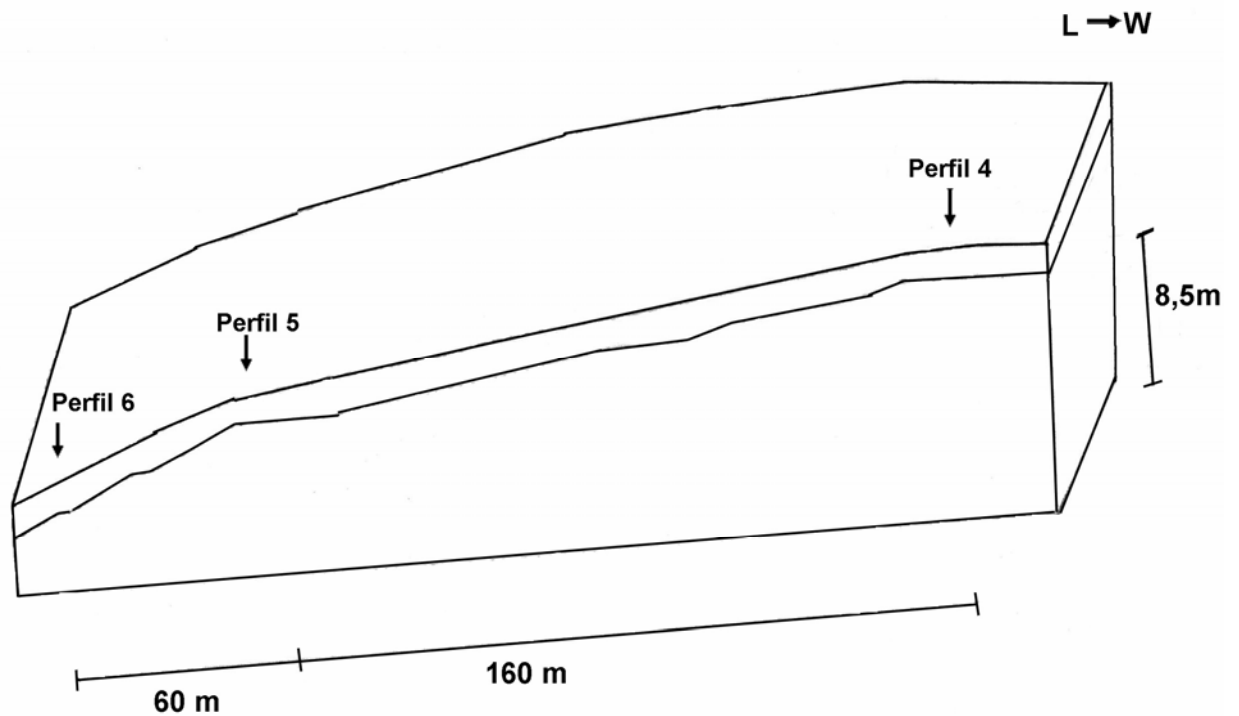
**Perfil 6 – Luvisolo Crômico  
órtico vertissólico sódico**



**Perfil 5 – Luvisolo Crômico  
órtico vertissólico solódico**



**Perfil 4 – Luvisolo Crômico  
órtico vertissólico**



**Figura 5.9.** Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da topossequência II.



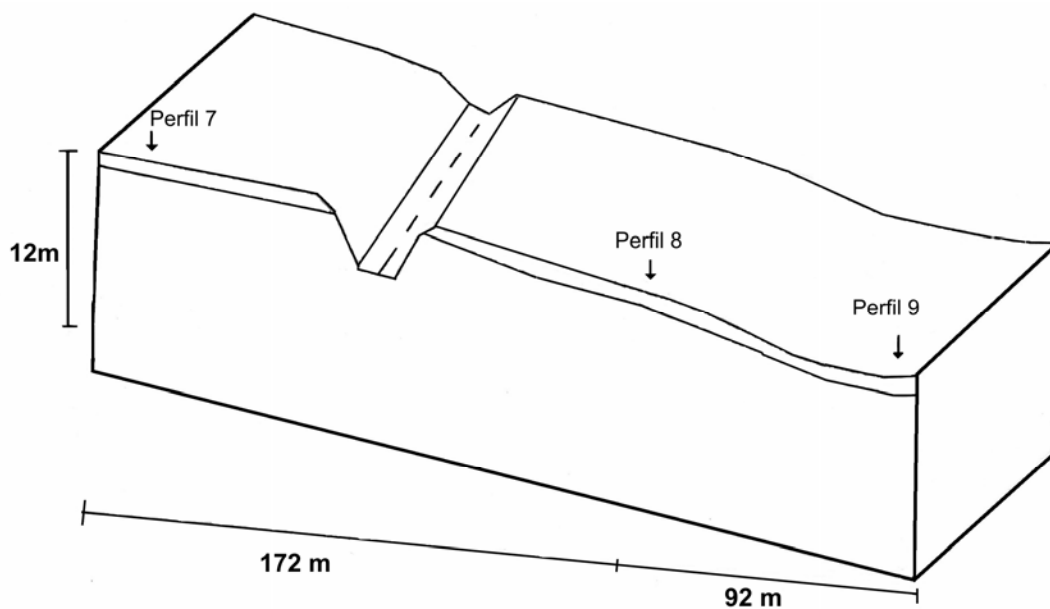
**Perfil 7 – Luvisolo Crômico órtico lítico**



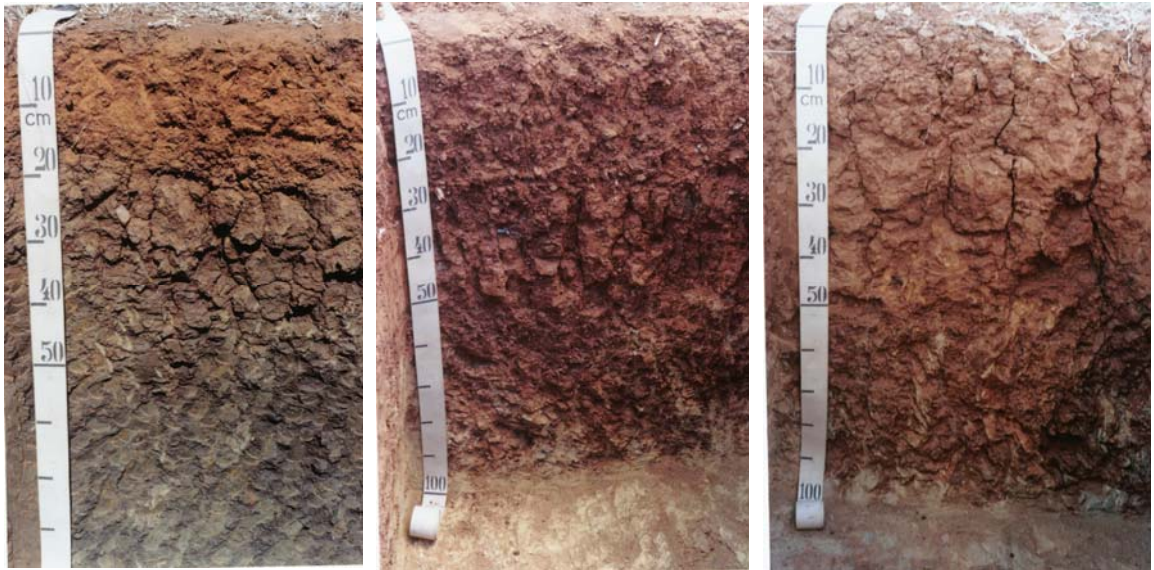
**Perfil 8 – Luvisolo Crômico órtico típico**



**Perfil 9 – Planossolo Háplico eutrófico típico**



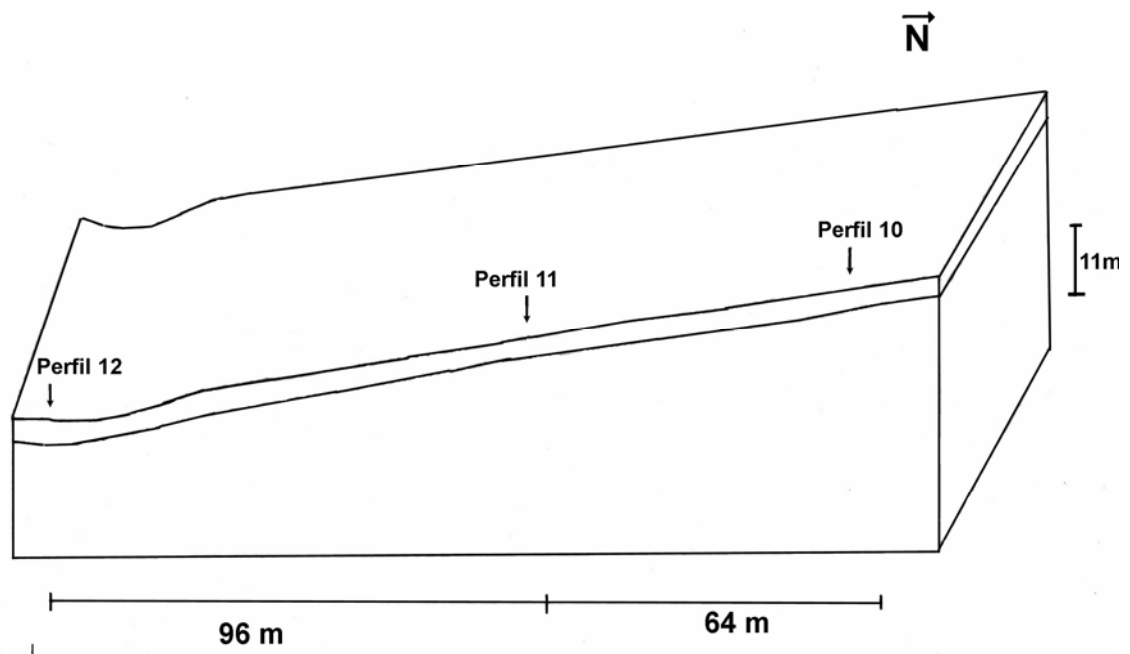
**Figura 5.10.** Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência III.



**Perfil 12 – Planossolo  
Háplico eutrófico solódico**

**Perfil 11 – Luvisolo  
Crômico órtico típico**

**Perfil 10 – Luvisolo Crômico  
órtico típico**



**Figura 5.11.** Representação esquemática e fotografias dos perfis de solo da toposseqüência IV.

**Tabela 5.1.** Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil

(continua)

| Horizonte   | Prof. (cm) | Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição  |
|---|------------|---|
| Toposseqüência I                                    |            |   |
| <b>Perfil 1 – Luvissole Crômico órtico típico</b>   |            |   |
| A   | 0-16       | bruno escuro (7,5YR 4/4, úmido), bruno (7,5YR 5/4, seco); franco-arenosa; moderada muito pequena a pequena blocos subangulares com partes maciça coesa; dura e muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.                                       |
| Bt  | 16-34      | bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; moderada média a grande prismática composta de moderada média blocos angulares; cerosidade moderada e comum; extremamente duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.  |
| BC  | 34-55      | vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido), mosqueado abundante pequeno a médio e distinto amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); argila; fraca grande prismática composta de moderada média a grande blocos subangulares e angulares; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana. |
| C   | 55-76      | bruno-oliváceo-claro (2,5 Y 5/4, úmido); argilo-arenosa; maciça coesa; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.  |
| R   |            | 76 cm+; rocha parcialmente alterada, não escavável com pá reta, mas escavável com ferro-de-cova (alavanca) ou picareta; composta predominantemente por quartzo, feldspatos e biotita.   |
| <b>Perfil 2 – Luvissole Crômico órtico solódico</b> |            |   |
| A   | 0-19       | bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido), bruno-avermelhado (5YR 5/4, seco); franco-arenosa; fraca muito pequena a pequena blocos subangulares; muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada (16-22cm);   |
| Bt  | 19-35      | vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argiloarenosa; moderada média a grande prismática composta de blocos angulares; superfícies de compressão comum e moderada; extremamente duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.  |
| BCn   | 35-60      | bruno-amarelado escuro (10YR 4/6, úmido); mosqueado comum grande proeminente (5YR 4/6, úmido); argiloarenosa; fraca grande a muito grande prismática; superfícies de compressão pouca e moderada; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.                   |

**Tabela 5.1.** Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil

(continuação)

| Horizonte   | Prof. (cm) | Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição   |
|---|------------|--|
| C   | 60-83      | bruno-oliváceo claro (2,5Y 5/4, úmido), mosqueado comum grande proeminente (5YR 4/6, úmido); franco-argilosa; maciça coesa; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.  |
| R   | 83+        | rocha alterada não escavável com pá reta, mas facilmente escavável com picareta.   |
| <b>Perfil 3 – Luvissole Crômico órtico lítico</b> |            |  |
| A   | 0-9        | bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido), bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); franco-arenosa; fraca pequena a média blocos subangulares; muito duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.   |
| Bt  | 9-20       | vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média a grande prismática composta de moderada média blocos angulares; cerosidade comum e fraca; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajosa; transição abrupta e ondulada(6-25 cm). |
| Cr/R  | 20-55      | rocha parcialmente alterada misturada com blocos consolidados de calhaus de quartzo;   |

### **Toposseqüência II**

#### Perfil 4 – Luvissole Crômico órtico vertissólico

|      |       |  |
|------|-------|--|
| A    | 0-16  | bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco-arenosa (pesada); moderada pequena a média blocos angulares e subangulares e maciça moderadamente coesa; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (14-20 cm).                  |
| Btv  | 16-37 | bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); franco-argiloarenosa; forte média a grande prismática composta de forte média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e moderada; extremamente duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e plana. |
| BCv  | 37-60 | bruno-amarelado escuro (10YR 4/4, úmido); franca; moderada grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e forte; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.                             |
| Cr/R | 60+   | rocha parcialmente alterada não escavável com pá reta.   |

**Tabela 5.1.** Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil

(continuação)

| Horizonte  | Prof. (cm) | Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição   |
|--|------------|--|
| <b>Perfil 5 – Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico</b> |            |  |
| A  | 0-10       | bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-arenosa; fraca pequena a média blocos subangulares e moderadamente coesa; muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (4-19 cm).                                  |
| Bt   | 10-32      | bruno escuro (7,5YR 4/4, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média a grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão comum e fraca; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana. |
| BCvn   | 32-65      | bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); franco-argilosa; fraca grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e moderada; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada (25-35 cm).     |
| R  | 65+        | rocha parcialmente alterada não escavável com pá reta, mas escavável com picareta.   |
| <b>Perfil 6 – Luvissole Crômico órtico vertissólico sódico</b>   |            |  |
| A  | 0-7        | bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-arenosa; fraca média a grande blocos angulares e subangulares e maciça moderadamente coesa; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (4-10 cm).                  |
| Bt   | 7-27       | bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); franco-argiloarenosa; forte média a grande prismática composta de fraca média a grande blocos angulares; superfícies de compressão pouca e fraca; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.       |
| BCvn   | 27-52      | bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); franco-argiloarenosa; fraca grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e moderada; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.                 |
| R  | 52-82      | rocha parcialmente alterada maciça coesa com partes muito pouco alterada.  |



**Tabela 5.1.** Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil

(continuação)

| Horizonte   | Prof. (cm) | Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição  |
|---|------------|---|
| <b>Toposseqüência III</b>                         |            |   |
| <b>Perfil 7 – Luvissole Crômico órtico lítico</b> |            |   |
| A   | 0-7        | bruno (7,5YR 5/4, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco-arenosa; moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.   |
| Bt  | 7-20       | vermelho (2,5YR 4/6, úmido); argila; moderada média prismática composta de forte pequena a média blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e fraca; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada (8-23 cm).   |
| C   | 20-34      | bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado comum pequeno e proeminente COR; franco-argilosa; moderada média a grande prismática composta de forte média blocos angulares; superfícies de compressão comum e fraca; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (0-27 cm). |
| Cr/R  | 34-69      | rocha alterada não consolidada misturada com partes consolidadas com aspecto de quartzito.  |
| R   | 69+        | rocha alterada.   |
| <b>Perfil 8 – Luvissole Crômico órtico típico</b> |            |   |
| A   | 0-9        | bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco-arenosa com cascalho; fraca pequena a média blocos subangulares, com partes maciça moderadamente coesa; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.                   |
| Bt  | 9-36       | bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); franca; fraca média prismática composta de moderada pequena a média blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e fraca; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.   |
| Cr  | 36-88      | rocha alterada com orientação xistosa, bastante porosa e escavável com pá reta quando úmida.  |

**Tabela 5.1.** Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil

(continuação)

| Horizonte   | Prof. (cm) | Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição   |
|---|------------|--|
| <b>Perfil 9 – Planossolo Háplico eutrófico típico</b> |            |  |
| A   | 0-20       | bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); franco-arenosa muito cascalhenta; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.   |
| E   | 20-27      | bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3, seco); franco-arenosa com cascalho; pequena a média blocos subangulares; muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.  |
| Bt  | 27-45      | bruno (10YR 4/3, úmido), franca muito cascalhenta; moderada grande prismática; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.   |
| Cr/R  | 45-86      | saprólito de micaxisto escavável quando úmido com pá reta com certa dificuldade e apresentando partes mais resistentes a escavação.  |
| <b>Toposseqüência IV</b>                              |            |  |
| Perfil 10 – Luvissolo Crômico órtico típico           |            |  |
| AB  | 0-3        | bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido), bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); franco-siltosa; fraca pequena a média blocos angulares e subangulares; extremamente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição abrupta e plana.   |
| Bt1   | 3-20       | bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco-argilossiltosa; forte média a grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e moderada; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, muito firme, muito plástico e pegajoso; transição gradual e plana.     |
| Bt2   | 20-50      | bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco-argilossiltosa; forte grande a muito grande prismática composta de moderada grande a muito grande blocos angulares; cerosidade comum e moderada; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, extremamente firme, muito plástico e pegajoso; transição clara e plana. |
| C/Cr  | 50-72      | vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argiloarenosa; moderada muito pequena a média blocos angulares; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.   |
| Cr  | 72-98      | saprólito escavável.   |
| R   | 98+        | rocha parcialmente alterada, escavável com martelo pedológico.   |

**Tabela 5.1.** Descrição morfológica de perfis de solo de toposseqüências do semi-árido do Nordeste do Brasil

(conclusão)

| Horizonte   | Prof. (cm) | Cor; textura; estrutura; consistência (solo seco, úmido e molhado) e transição   |
|---|------------|--|
| Perfil 11 – Luvissole Crômico órtico típico       |            |  |
| A   | 0-11       | bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido), bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); franco-siltosa; moderada pequena a média blocos subangulares; muito duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.   |
| AB  | 11-29      | bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-siltosa; moderada pequena a média blocos angulares e subangulares; muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição abrupta e plana.   |
| Bt  | 29-55      | vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argilossiltosa; forte média a grande prismática composta de moderada média blocos angulares; cerosidade abundante e moderada; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, firme, muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.    |
| Cr  | 55-100     | vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); rocha alterada que se desfaz em pequenos fragmentos no 5YR 4/6 e 10YR 6/6.  |
| R   | 100-110+   | rocha semi-intemperizada escavável com martelo pedológico.   |
| Perfil 12 – Planossolo Háplico eutrófico solódico |            |  |
| A   | 0-20       | vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco); franco-siltosa; fraca pequena a média blocos subangulares; duro e muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (18-23 cm).  |
| Bt  | 20-50      | bruno (10YR 4/3, úmido); franco-argilossiltosa; forte grande prismática composta de fraca grande a muito grande blocos angulares; superfícies de compressão comum e moderada; extremamente duro, muito firme, muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.  |
| Cvn   | 50-92+     | bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); franco-argilossiltosa; fraca média a grande prismática composta de moderada grande blocos angulares; <i>slickensides</i> pouco e fraco; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso. |

## Toposseqüência II

Os solos da toposseqüência II são rasos a pouco profundos, com espessura do solum de 27-37 cm. O horizonte A tem entre 7 e 16 cm de espessura, cores bruno-avermelhada escura, no matiz 5YR, com valor 3 e croma 4 (Figura 5.9). A textura é franco-argiloarenosa ou franco-argilosa, cascalhenta ou não. A estrutura em blocos angulares e subangulares pequena a grande de fraca a moderadamente desenvolvida e maciça moderadamente coesa. Quanto à consistência apresenta-se muito duro quando seco, friável ou firme quando úmido e plástico e pegajoso quando molhado. A transição para o horizonte Bt é abrupta e ondulada.

O horizonte Bt tem espessura de 20 a 22 cm, cores bruno-avermelhada escura ou bruna-escura, com matiz 5YR ou 7,5YR, com valores 3 ou 4 e croma 4. Tais cores atendem aos critérios para caráter crômico na atual edição do SiBCS (EMBRAPA, 2006), mas não ao que era estabelecido anteriormente (EMBRAPA, 1999). A textura é argilosa e a estrutura prismática média a grande, de moderada a fortemente desenvolvida composta de blocos angulares média a grande, de fraca a fortemente desenvolvida. Superfícies de compressão poucas (perfil 6) a abundantes (perfil 4) e fraca (perfis 5 e 6) a moderadamente desenvolvidas foram também observadas neste horizonte. A consistência do solo é extremamente dura quando seco, firme a muito firme quando úmido e muito plástica e muito pegajosa quando molhado.

O horizonte Bt transiciona-se abruptamente para o horizonte BCv, cuja espessura varia de 23 a 33 cm. As cores são bruna-amarelada escura, bruna-amarelada ou bruna escura, no matiz 10YR, com valores 4 ou 5 e cromas 3 ou 4. A textura é argilosa e a estrutura prismática, grande, fraca ou moderadamente desenvolvida composta de blocos angulares médios a grandes moderadamente desenvolvidos. Superfícies de compressão abundantes e forte ou moderadamente desenvolvidas são também observadas. O solo apresenta-se extremamente duro quando seco, muito firme quando úmido e plástico e pegajoso quando molhado.

O horizonte BCv transiciona para uma camada R, passando ou não por um horizonte Cr/R. A camada R corresponde a rocha parcialmente

alterada, mas ainda consistente o suficiente para poder não ser escavada ou cortada com pá reta.

### **Toposseqüência III**

Os solos da toposseqüência III são rasos a pouco profundos, com espessura do *solum* entre 20 e 45 cm. O horizonte A tem espessura entre 7 e 20 cm, cores bruna ou bruna-escura no matiz 7,5YR ou 10YR, com valor 4 ou 5 e croma 3 ou 4 (Figura 5.10). A textura é franco-arenosa cascalhenta ou muito cascalhenta. A estrutura é em blocos subangulares pequena ou pequena a média moderada (perfil 7) ou fracamente desenvolvida (perfis 8 e 9), apresentando partes maciças moderadamente coesas no perfil 8. A consistência do solo é ligeiramente dura quando o solo está seco, friável quando úmido e ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa quando molhado. A transição do horizonte A para o horizonte subjacente é abrupta e plana.

No perfil 9, o horizonte A está assente sobre um horizonte E, com 17 cm de espessura e cor bruna-amarelada (10YR 5/4). A textura é franco-arenosa e a estrutura em blocos subangulares, pequena a média, fracamente desenvolvidas. A consistência é muito dura quando o solo está seco, friável quando úmido e ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa quando molhado.

O horizonte B tem entre 13 e 27 cm de espessura, cores vermelha, bruna avermelhada ou bruna escura, nos matizes 2,5YR, 5YR ou 10YR, com valor 4 e cromas 3, 4 ou 6, sendo o croma mais baixo observado no horizonte B plânico do Planossolo (perfil 9).

### **Toposseqüência IV**

Os solos desta toposseqüência são pouco profundos, com espessura do *solum* entre 50 e 55 cm (Tabela 5.1).

O horizonte A tem entre 3 e 20 cm de espessura, sendo que a espessura deste horizonte aumenta do topo (perfil 10) para a base da

toposseqüência (perfil 12). As cores são bruna-avermelhada escura ou vermelho-amarelada, situadas no matiz 5YR (Figura 11). A textura é franco-argilosa ou argilosa. A estrutura é em blocos subangulares pequena a média fraca ou moderadamente desenvolvida (perfis 11 e 12) ou em blocos angulares e subangulares pequena a média fracamente desenvolvida (perfil 10). A consistência do solo é dura a muito dura quando o solo está seco, friável ou firme quando úmido e plástica e pegajosa ou muito pegajosa quando molhado.

O horizonte Bt tem espessura entre 26 e 47 cm, cores bruno-avermelhada a brunada nos matizes 5YR (perfis 10 e 11) ou 10YR (perfil 12), com valor 4 e cromas 3, 4 ou 6, sendo o croma mais baixo observado no horizonte B do perfil 12. A textura é argilosa e a estrutura é prismática de média a muito grande e fortemente desenvolvida, composta de blocos angulares médios a grandes moderadamente desenvolvidos. Apresenta cerosidade de comum a abundante e de desenvolvimento moderado, bem como superfícies de compressão com grau de desenvolvimento moderado.

No perfil 12 observou-se um nítido contraste de cor entre o horizonte A e o Bt, o que associado com o espessamento do horizonte superficial do topo da encosta para o sopé, sugere que o horizonte A deste perfil recebe contribuição de materiais transportados das posições mais elevadas da encosta.

### **5.3.2 Atributos físicos**

#### **Toposseqüência I**

As frações grossas são mais abundantes nos perfis 2 e 3 do que no perfil 1, mas os teores são relativamente baixos, situando-se entre 2 e 10% (Tabela 5.2). Esses teores são menores do que os observados em muitos dos perfis de Luvisolos descritos no Nordeste brasileiro (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1977; 1986; Araújo Filho et al., 2000).

Os teores de areia variaram de 384 a 617 g kg<sup>-1</sup> de solo, com predominância de areia grossa em relação a areia fina, com exceção dos

horizontes A do perfil 1 e Bt do Perfil 3, nos quais há mais areia fina do que grossa (Tabela 5.2).

Os teores de silte variaram de 122 a 244 g kg<sup>-1</sup> de solo e são mais altos nos horizontes superficiais, devido a remoção de argilas nesses horizontes.

Já os teores de argila situam-se entre 132 e 491 g kg<sup>-1</sup> de solo, sendo sempre mais elevados nos horizontes subsuperficiais. Como resultado do maior acúmulo de argila nesses horizontes, apresentam caráter abrupto e gradientes texturais de 3,15; 2,72 e 2,07 nos perfis 1, 2 e 3, respectivamente.

**Tabela 5.2.** Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA), grau de floculação (GF) e relação silte/argila dos solos da topossequência I

| Horizonte                                    | Prof  | Cal. <sup>(1)</sup> | Cas. <sup>(2)</sup> | TFSA | Granulometria      |               |       |        | ADA | GF | Silte<br>Argila |
|--|-------|---------------------|---------------------|------|--------------------|---------------|-------|--------|-----|----|-----------------|
|  |       |                     |                     |      | Areia<br>Grossa    | Areia<br>Fina | Silte | Argila |     |    |                 |
|  | cm    | %                   |                     |      | g kg <sup>-1</sup> |               |       |        | %   |    |                 |
| Perfil 1 – Luvissole Crômico órtico típico   |       |                     |                     |      |                    |               |       |        |     |    |                 |
| A  | 0-16  | 0                   | 2                   | 98   | 278                | 322           | 244   | 156    | 75  | 52 | 1,56            |
| Bt   | 16-34 | 0                   | 2                   | 98   | 225                | 162           | 122   | 491    | 290 | 41 | 0,25            |
| BC   | 34-55 |                     | 2                   | 98   | 205                | 179           | 136   | 480    | 300 | 38 | 0,28            |
| C  | 55-76 | 0                   | 3                   | 97   | 237                | 229           | 186   | 349    | 160 | 54 | 0,53            |
| Perfil 2 – Luvissole Crômico órtico solódico |       |                     |                     |      |                    |               |       |        |     |    |                 |
| A  | 0-19  | 2                   | 8                   | 90   | 342                | 301           | 225   | 132    | 54  | 59 | 1,70            |
| Bt   | 19-35 | 1                   | 5                   | 94   | 273                | 195           | 173   | 359    | 202 | 44 | 0,48            |
| BC   | 35-60 | 0                   | 4                   | 96   | 253                | 184           | 171   | 392    | 188 | 52 | 0,44            |
| Cn   | 60-83 | 3                   | 5                   | 92   | 278                | 206           | 150   | 366    | 167 | 54 | 0,41            |
| Perfil 3 – Luvissole Crômico órtico lítico   |       |                     |                     |      |                    |               |       |        |     |    |                 |
| A  | 0-9   | 1                   | 3                   | 96   | 313                | 305           | 233   | 150    | 72  | 52 | 1,55            |
| Bt   | 9-20  | 0                   | 3                   | 97   | 234                | 276           | 179   | 311    | 104 | 67 | 0,58            |

<sup>(1)</sup>. Calhaus; <sup>(2)</sup>. Cascalho.

A relação silte/argila situaram-se entre 0,25 e 1,70, com os valores mais elevados nos horizontes superficiais onde a remoção/destruição de argila parece ser mais ativa. Entretanto, como observado por Resende (1983), a quantidade de silte varia muito menos do que a de argila ao longo dos perfis.

Os teores de argila dispersa em água variam de 54 a 300 g kg<sup>-1</sup> de solo, sendo sempre menores do que os de argila total, o que resulta em grau de floculação entre 38 e 67%. Os baixos valores de grau de floculação devem estar relacionados a expressiva presença de minerais 2:1, expansivos ou não.

**Tabela 5.3.** Densidades do solo e das partículas, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da topossequência I

| Horizonte                                   | Prof<br>cm | Densidade                   |                                   | PTC<br>% | Umidade                       |                                 | AD    |
|---|------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|---------------------------------|-------|
|   |            | Solo<br>kg dm <sup>-3</sup> | Partículas<br>kg dm <sup>-3</sup> |          | -33kPa<br>kg kg <sup>-1</sup> | -1500kPa<br>kg kg <sup>-1</sup> |       |
| Perfil 1 – Luvisolo Crômico órtico típico   |            |                             |                                   |          |                               |                                 |       |
| A   | 0-16       | 1,44                        | 2,56                              | 44       | 0,141                         | 0,067                           | 0,074 |
| Bt  | 16-34      | 1,68                        | 2,50                              | 33       | 0,281                         | 0,180                           | 0,101 |
| BC  | 34-55      | 1,82                        | 2,50                              | 27       | 0,299                         | 0,177                           | 0,122 |
| C   | 55-76      | 1,89                        | 2,53                              | 25       | 0,258                         | 0,144                           | 0,114 |
| Perfil 2 – Luvisolo Crômico órtico solódico |            |                             |                                   |          |                               |                                 |       |
| A   | 0-19       | 1,67                        | 2,60                              | 36       | 0,127                         | 0,060                           | 0,067 |
| Bt  | 19-35      | 1,75                        | 2,56                              | 32       | 0,227                         | 0,144                           | 0,083 |
| BC  | 35-60      | 1,92                        | 2,56                              | 25       | 0,259                         | 0,151                           | 0,108 |
| C   | 60-83      | 1,92                        | 2,56                              | 25       | 0,261                         | 0,149                           | 0,112 |
| Perfil 3 – Luvisolo Crômico órtico lítico   |            |                             |                                   |          |                               |                                 |       |
| A   | 0-9        | 1,60                        | 2,56                              | 38       | 0,162                         | 0,089                           | 0,073 |
| Bt  | 9-20       | 1,64                        | 2,60                              | 37       | 0,185                         | 0,119                           | 0,066 |

Os valores de densidade do solo são elevados, situando-se entre 1,44 e 1,67 kg dm<sup>-3</sup> nos horizontes A e entre 1,64 e 1,75 kg dm<sup>-3</sup> no horizonte Bt (Tabela 5.3). Valores similares foram obtidos por Luz (1989) e



Almeida (1995) para Brunos Não Cálculos do Sertão de Pernambuco e Sergipe, respectivamente.

A porosidade total calculada variou de 25 a 44%, sendo mais elevada nos horizontes superficiais, que apresentam densidades mais baixas do que os horizontes mais profundos. Especula-se que, em alguma proporção, em consonância com explicações apresentadas por Baver et al. (1972), a maior porosidade dos horizontes superficiais está relacionada ao menor tamanho das unidades estruturais que permite a formação de mais poros relacionados as mesmas do que pode ser obtido nos horizontes subsuperficiais que apresentam unidades estruturais maiores.

A umidade retida a -33 kPa variou de 0,127 a 0,299 kg kg<sup>-1</sup> de solo, e a -1500 kPa entre 0,06 e 0,180 kg kg<sup>-1</sup> de solo, tendendo a ser mais elevada nos horizontes mais argilosos (Tabela 5.3). Luz (1989) obteve valores de 0,148 a 0,252 kg kg<sup>-1</sup> de solo para umidade retida a -33kPa e 0,074 a 0,168 kg kg<sup>-1</sup> de solo para umidade retida a -1500kPa em Luvisolos e Planossolos do Sertão Central de Pernambuco.

## **Toposseqüência II**

As frações grossas são pouco abundantes, não representando mais que 9% da massa do solo (Tabela 5.4).

Os teores de areia variam de 331 a 617 g kg<sup>-1</sup> de solo, com tendência de diminuição dos teores de areia em profundidade e predomínio de areia fina em relação a areia grossa no perfil 4 e no horizonte A do perfil 5.

Os teores de silte variam de 179 a 346 g kg<sup>-1</sup> de solo, sendo mais elevados nos horizontes superficiais nos perfis 5 e 6 e nos subsuperficiais do perfil 4.

Os teores de argila dispersa em água variam de 37 a 187 g kg<sup>-1</sup> e o grau de floculação de 35 a 65%. Valores similares são registrados para outros Luvisolos do Nordeste (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1977; 1986; Sousa, 1986; Luz, 1989; Almeida,1995; Mota, 1997; Araújo Filho et al., 2000) e essa fraca a moderada dispersão natural das argilas

deve estar relacionada aos teores médios a altos de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis no complexo de troca, bem como ao efeito cimentante dos óxidos de ferro.

Os valores de densidade do solo são muito elevados, mesmo nos horizontes superficiais (Tabela 5.5). O desenvolvimento da vegetação de caatinga em solos cujos valores de densidade são tão elevados pode indicar superestimativa desses valores, mas pode também refletir a adaptação desta vegetação as condições edafoclimáticas reinantes na região, mesmo porque ela se desenvolve em condições que não são favoráveis aos cultivos agrícolas convencionais.

Como consequência dos elevados valores de densidade do solo, a porosidade total calculada é relativamente baixa.

**Tabela 5.4.** Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF) dos solos da topossequência II

| Horizonte   | Prof<br>cm | Cal. <sup>(1)</sup><br>% | Cas. <sup>(2)</sup><br>% | TFSA               | Granulometria |     |       |        | ADA | GF<br>% | Silte<br>Argila |
|---|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|---------------|-----|-------|--------|-----|---------|-----------------|
|   |            |                          |                          |                    | Areia         |     | Silte | Argila |     |         |                 |
|   |            |                          |                          | g kg <sup>-1</sup> |               |     |       |        |     |         |                 |
| Perfil 4 – Luvissole Crômico órtico vertissólico          |            |                          |                          |                    |               |     |       |        |     |         |                 |
| A   | 0-16       | 1                        | 6                        | 93                 | 264           | 319 | 247   | 170    | 79  | 54      | 1,45            |
| Bt  | 16-37      | 0                        | 4                        | 96                 | 204           | 207 | 303   | 285    | 187 | 35      | 1,06            |
| BCv   | 37-60      | 0                        | 2                        | 98                 | 149           | 182 | 309   | 360    | 150 | 58      | 0,86            |
| Perfil 5 – Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico |            |                          |                          |                    |               |     |       |        |     |         |                 |
| A   | 0-10       | 0                        | 6                        | 94                 | 256           | 329 | 273   | 142    | 68  | 52      | 1,92            |
| Bt  | 10-32      | 0                        | 2                        | 98                 | 270           | 239 | 199   | 292    | 131 | 55      | 0,68            |
| BCvn  | 32-65      | 0                        | 2                        | 98                 | 226           | 238 | 210   | 326    | 173 | 47      | 0,64            |
| Perfil 6 – Luvissole Crômico órtico vertissólico sódico   |            |                          |                          |                    |               |     |       |        |     |         |                 |
| A   | 0-7        | 2                        | 7                        | 91                 | 308           | 309 | 279   | 105    | 37  | 65      | 2,66            |
| Btn   | 7-27       | 0                        | 2                        | 98                 | 276           | 201 | 201   | 321    | 121 | 62      | 0,63            |
| BCvn  | 27-52      | 0                        | 4                        | 96                 | 273           | 212 | 179   | 336    | 149 | 56      | 0,53            |

<sup>(1)</sup>. Calhaus; <sup>(2)</sup>. Cascalho.

**Tabela 5.5.** Densidades do solo e das partículas, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da toposseqüência II

| Horizonte   | Prof<br>cm | Densidade                   |                                   | PTC<br>% | Umidade                       |                                 | AD    |
|---|------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|---------------------------------|-------|
|   |            | Solo<br>kg dm <sup>-3</sup> | Partículas<br>kg dm <sup>-3</sup> |          | -33kPa<br>kg kg <sup>-1</sup> | -1500kPa<br>kg kg <sup>-1</sup> |       |
| Perfil 4 – Luvissole Crômico órtico vertissólico          |            |                             |                                   |          |                               |                                 |       |
| A   | 0-16       | 1,73                        | 2,60                              | 34       | 0,156                         | 0,084                           | 0,072 |
| Bt  | 16-37      | 1,80                        | 2,56                              | 30       | 0,211                         | 0,135                           | 0,076 |
| BCv   | 37-60      | 1,88                        | 2,60                              | 28       | 0,254                         | 0,157                           | 0,097 |
| Perfil 5 – Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico |            |                             |                                   |          |                               |                                 |       |
| A   | 0-10       | 1,72                        | 2,56                              | 33       | 0,134                         | 0,063                           | 0,071 |
| Bt  | 10-32      | 1,79                        | 2,53                              | 29       | 0,211                         | 0,118                           | 0,093 |
| BCvn  | 32-65      | 1,89                        | 2,53                              | 25       | 0,242                         | 0,144                           | 0,098 |
| Perfil 6 – Luvissole Crômico órtico vertissólico sódico   |            |                             |                                   |          |                               |                                 |       |
| A   | 0-7        | –                           | 2,56                              | –        | 0,135                         | 0,056                           | 0,080 |
| Btn   | 7-27       | 1,84                        | 2,50                              | 26       | 0,247                         | 0,136                           | 0,111 |
| BCvn  | 27-52      | 1,90                        | 2,56                              | 26       | 0,244                         | 0,141                           | 0,103 |

### Toposseqüência III

As frações grossas são mais abundantes nos horizontes superficiais, chegando a representar 77% da massa do solo no horizonte A do perfil 7 (Tabela 5.6). Na superfície dos solos desta toposseqüência observou-se também a presença de pedregosidade superficial, variando entre muito (perfis 8 e 9) e extremamente pedregosa (perfil 7).

Os teores de areia são mais elevados nos horizontes superficiais e diminuem em profundidade, variando de 219 a 657 g kg<sup>-1</sup> de solo, com predomínio de areia grossa em relação a areia fina no perfil 7 e no horizonte Bt do perfil 8, e de areia fina no horizonte A do perfil 8 e no perfil 9.

Os teores de silte variam de 240 a 407 g kg<sup>-1</sup> de solo e os de argila de 37 a 486 g kg<sup>-1</sup> de solo e tendem a aumentar em subsuperfície. Em função da concentração relativa de argila em subsuperfície, os solos apresentam gradientes texturais elevados, com valores de 4,4; 2,1 e 3,2 para os perfis 7, 8 e 9, respectivamente.

**Tabela 5.6.** Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF) dos solos da topossequência III

| Horizonte                                      | Prof<br>cm | Cal. <sup>(1)</sup><br>% | Cas. <sup>(2)</sup><br>% | TFSA | Granulometria   |               |       |        | ADA | GF | Silte<br>Argila |
|--|------------|--------------------------|--------------------------|------|-----------------|---------------|-------|--------|-----|----|-----------------|
|  |            |                          |                          |      | Areia<br>Grossa | Areia<br>Fina | Silte | Argila |     |    |                 |
| Perfil 7 – Luvissole Crômico órtico lítico     |            |                          |                          |      |                 |               |       |        |     |    |                 |
| A  | 0-7        | 22                       | 50                       | 28   | 374             | 275           | 240   | 110    | 27  | 76 | 2,18            |
| Bt   | 7-20       | 2                        | 6                        | 92   | 125             | 94            | 296   | 486    | 140 | 71 | 0,61            |
| C  | 20-34      | 0                        | 3                        | 97   | 149             | 116           | 407   | 328    | 113 | 66 | 1,24            |
| Perfil 8 – Luvissole Crômico órtico típico     |            |                          |                          |      |                 |               |       |        |     |    |                 |
| A  | 0-9        | 14                       | 33                       | 53   | 226             | 332           | 349   | 94     | 33  | 64 | 3,71            |
| Bt   | 9-36       | 3                        | 7                        | 90   | 214             | 185           | 402   | 199    | 74  | 63 | 2,02            |
| Perfil 9 – Planossolo Háplico eutrófico típico |            |                          |                          |      |                 |               |       |        |     |    |                 |
| A  | 0-20       | 33                       | 32                       | 35   | 247             | 410           | 306   | 37     | 7   | 82 | 8,27            |
| E  | 20-27      | 1                        | 7                        | 92   | 184             | 402           | 314   | 100    | 40  | 60 | 3,14            |
| Bt   | 27-45      | 0                        | 1                        | 99   | 241             | 256           | 281   | 222    | 147 | 34 | 1,26            |

(1). Calhaus; (2). Cascalho.

Os teores de argila dispersa em água variam de 7 a 147 g kg<sup>-1</sup> de solo e o grau de floculação de 34 a 82%, este grau de floculação mais elevado do que os outros solos deve-se em parte a menor participação de minerais 2:1 expansivos.

A densidade do solo apresenta valores entre 1,48 e 1,79 kg dm<sup>-3</sup>, sendo o menor valor observado no horizonte E do perfil 9 (Tabela 5.7). Sousa (1986) também obteve valores elevados de densidade do solo para Luvissoles do Sertão do Pajeú (PE). Segundo ele, os elevados teores de areia do horizonte A e o adensamento natural com elevados teores de argila expansivas no horizonte B parecem ser os responsáveis pelos valores elevados de densidade do solo, independente do método empregado na determinação da mesma.

A umidade retida a -33 kPa, a -1500 kPa e a água disponível entre estes potenciais, variaram respectivamente de 0,127 a 0,249; 0,045 a 0,150 e de 0,082 a 0,117 kg kg<sup>-1</sup> de solo.

**Tabela 5.7.** Densidades do solo e partícula, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da toposseqüência III

| Horizonte                                      | Prof<br>cm | Densidade                   |            | PTC<br>% | Umidade |                                 | AD    |
|--|------------|-----------------------------|------------|----------|---------|---------------------------------|-------|
|  |            | Solo<br>kg dm <sup>-3</sup> | Partículas |          | -33kPa  | -1500kPa<br>kg kg <sup>-1</sup> |       |
| Perfil 7 – Luvissole Crômico órtico lítico     |            |                             |            |          |         |                                 |       |
| A  | 0-7        | –                           | 2,63       | –        | 0,137   | 0,055                           | 0,082 |
| Bt   | 7-20       | 1,66                        | 2,56       | 35       | 0,249   | 0,150                           | 0,100 |
| C  | 20-34      | 1,79                        | 2,60       | 31       | 0,215   | 0,121                           | 0,094 |
| Perfil 8 – Luvissole Crômico órtico típico     |            |                             |            |          |         |                                 |       |
| A  | 0-9        | 1,51                        | 2,60       | 42       | 0,173   | 0,056                           | 0,117 |
| Bt   | 9-36       | 1,65                        | 2,63       | 37       | 0,170   | 0,083                           | 0,087 |
| Perfil 9 – Planossolo Háptico eutrófico típico |            |                             |            |          |         |                                 |       |
| A  | 0-20       | 1,60                        | 2,56       | 38       | 0,149   | 0,048                           | 0,102 |
| E  | 20-27      | 1,48                        | 2,63       | 44       | 0,127   | 0,045                           | 0,082 |
| Bt   | 27-45      | 1,72                        | 2,56       | 33       | 0,180   | 0,091                           | 0,089 |

#### Toposseqüência IV

As frações grossas são pouco abundantes perfazendo no máximo 10% da massa do solo (Tabela 5.8).

Os teores de areia total variaram de 133 a 315 g kg<sup>-1</sup> de solo, com predominância de areia fina em relação a areia grossa (Tabela 5.8).

Os teores de silte variaram de 368 a 572 g kg<sup>-1</sup> de solo e são mais altos nos horizontes superficiais. Os teores mais elevados de silte nestes solos estão relacionados com o material de origem, no qual os grãos minerais são predominantemente do tamanho areia fina ou menores, sendo que as frações maiores estão relacionadas a presença de veios quartzosos distribuídos no material de origem ou ainda a intrusões de quartzitos que resistem mais as ações intempéricas e se destacam na paisagem.

**Tabela 5.8.** Frações grossas, granulometria, argila dispersa em água (ADA), grau de floculação (GF) e relação silte/argila dos solos da topossequência IV

| Horizonte   | Prof  | Cal. <sup>(1)</sup> | Cas. <sup>(2)</sup> | TFSA               | Granulometria |     |       |        | ADA | GF | Silte<br>Argila |
|---|-------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------|-----|-------|--------|-----|----|-----------------|
|   |       |                     |                     |                    | Areia         |     | Silte | Argila |     |    |                 |
|   | cm    | %                   |                     | g kg <sup>-1</sup> |               |     |       |        | %   |    |                 |
| Perfil 10 – Luvissole Crômico órtico típico       |       |                     |                     |                    |               |     |       |        |     |    |                 |
| AB  | 0-3   | 3                   | 7                   | 89                 | 67            | 108 | 469   | 464    | 141 | 70 | 1,06            |
| Bt1   | 3-20  | 0                   | 1                   | 99                 | 54            | 84  | 368   | 578    | 260 | 55 | 0,65            |
| Bt2   | 20-50 | 0                   | 0                   | 100                | 52            | 81  | 390   | 558    | 292 | 48 | 0,71            |
| C/Cr  | 50-72 | 0                   | 1                   | 99                 | 92            | 158 | 530   | 378    | 176 | 53 | 1,44            |
| Perfil 11 – Luvissole Crômico órtico típico       |       |                     |                     |                    |               |     |       |        |     |    |                 |
| A   | 0-11  | 3                   | 4                   | 93                 | 101           | 138 | 518   | 381    | 167 | 56 | 1,42            |
| AB  | 11-29 | 1                   | 8                   | 91                 | 80            | 109 | 446   | 474    | 225 | 52 | 0,94            |
| Bt  | 29-55 | 0                   | 3                   | 97                 | 73            | 88  | 407   | 521    | 259 | 50 | 0,81            |
| Perfil 12 – Planossolo Háptico eutrófico solódico |       |                     |                     |                    |               |     |       |        |     |    |                 |
| A   | 0-20  | 1                   | 2                   | 97                 | 124           | 191 | 572   | 304    | 85  | 72 | 1,90            |
| Bt  | 20-50 | 0                   | 2                   | 98                 | 82            | 86  | 400   | 518    | 343 | 34 | 0,80            |
| C   | 50-92 | 0                   | 4                   | 96                 | 80            | 65  | 382   | 538    | 298 | 45 | 0,74            |

<sup>(1)</sup>. Calhaus; <sup>(2)</sup>. Cascalho.

Já os teores de argila situam-se entre 304 e 578 g kg<sup>-1</sup> de solo, sendo sempre mais elevados nos horizontes subsuperficiais (Tabela 5.8). Apesar dos horizontes subsuperficiais serem mais argilosos do que os superficiais, nos perfis 10 e 11, observou-se gradientes texturais de 1,2.

Os teores de argila dispersa situam-se entre 85 e 343 g kg<sup>-1</sup> de solo. O grau de floculação variou de 34 a 72%, com os valores mais elevados nos horizontes superficiais onde os teores de matéria orgânica são mais elevados.

Os valores de densidade do solo, como nas demais topossequências, são também elevados e estão situados entre 1,53 e 1,82 kg dm<sup>-3</sup> (Tabela 5.9).

**Tabela 5.9.** Densidades do solo e partícula, porosidade total calculada (PTC), umidade retida a potenciais específicos e água disponível (AD) dos solos da toposseqüência IV

| Horizonte   | Prof<br>cm | Densidade                   |            | PTC<br>% | Umidade                       |          | AD    |
|---|------------|-----------------------------|------------|----------|-------------------------------|----------|-------|
|   |            | Solo<br>kg dm <sup>-3</sup> | Partículas |          | -33kPa<br>kg kg <sup>-1</sup> | -1500kPa |       |
| Perfil 10 – Luvissoilo Crômico órtico típico      |            |                             |            |          |                               |          |       |
| AB  | 0-3        | –                           | 2,53       | –        | 0,266                         | 0,156    | 0,110 |
| Bt1   | 3-20       | 1,79                        | 2,63       | 32       | 0,259                         | 0,155    | 0,104 |
| Bt2   | 20-50      | 1,82                        | 2,63       | 31       | 0,270                         | 0,160    | 0,110 |
| C/Cr  | 50-72      | –                           | 2,67       | –        | 0,237                         | 0,120    | 0,117 |
| Perfil 11 – Luvissoilo Crômico órtico típico      |            |                             |            |          |                               |          |       |
| A   | 0-11       | 1,65                        | 2,70       | 39       | 0,208                         | 0,097    | 0,111 |
| AB  | 11-29      | 1,60                        | 2,63       | 39       | 0,227                         | 0,119    | 0,108 |
| Bt  | 29-55      | 1,76                        | 2,60       | 32       | 0,260                         | 0,148    | 0,112 |
| Perfil 12 – Planossolo Háplico eutrófico solódico |            |                             |            |          |                               |          |       |
| A   | 0-20       | 1,53                        | 2,70       | 43       | 0,215                         | 0,075    | 0,140 |
| Bt  | 20-50      | 1,74                        | 2,53       | 31       | 0,310                         | 0,169    | 0,141 |
| C   | 50-92      | 1,75                        | 2,53       | 31       | 0,349                         | 0,178    | 0,171 |

### 5.3.3 Atributos químicos

Os resultados das análises químicas de caracterização dos 12 perfis de solo são apresentados na Tabela 5.10. Os solos têm reação de moderadamente ácida a praticamente neutra, sendo os valores de pH em KCl 1mol L<sup>-1</sup> sempre menores do que os de pH em água, o que indica a preponderância de cargas negativas na superfície dos colóides. A elevada saturação por bases, associada a virtual ausência de Al trocável, contribui para manutenção de valores de pH próximos à 6,5. Esse status de saturação por bases deve ser garantido pela lenta mas contínua intemperização de minerais primários, sobretudo dos feldspatos e das micas, pelo elevado déficit hídrico durante a maior parte do ano e pelas grandes perdas de água por escoamento superficial registradas para região, que diminuem o potencial de lixiviação das águas das chuvas.

Os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis variam de 3,5 a 24,2 e de 0,8 a 20,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de solo, respectivamente, sendo muito mais elevados

do que os valores dos demais cátions trocáveis analisados. Valores e tendência similares têm sido registradas para outros Luvisolos do Nordeste do Brasil (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1977; 1986; Sousa, 1986; Luz, 1989; Almeida, 1995; Mota, 1997; Araújo Filho et al., 2000) e devem estar diretamente relacionados à vultuosa quantidade de minerais primários, principalmente plagioclásios e micas, presentes nas frações areia e silte desses solos.

A percentagem de sódio trocável é expressiva apenas nos horizontes BC dos perfis 5 e 6 (toposseqüência II). Nesta toposseqüência os teores de  $\text{Na}^+$  são mais elevados na base dos perfis situados nas posições mais rebaixadas, sugerindo sua remoção dos solos situados nas posições mais elevadas.

Os valores de CTC ficaram situados entre 6,2 e 42,9  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  de solo, com os valores mais baixos nos horizontes superficiais mais arenosos. Valores e comportamentos parecidos são registrados para Luvisolos e Planossolos do Nordeste (Jacomine et al., 1971; 1972a, b; 1973a, b; 1975a, b; 1977; 1986).

Os teores de carbono orgânico são baixos, especialmente nos perfis da toposseqüência II, localizada na área de menor precipitação pluvial. Os teores elevados no horizonte AB do perfil 11 estão mais relacionados a pequena espessura desse horizonte.

Os teores de carbonato de cálcio equivalente variaram de 1,0 a 31,8  $\text{g kg}^{-1}$  de solo e são mais elevados nos solos da toposseqüência IV. Esses valores são baixos e denotam que as precipitações pluviais são suficientes para inibir a acumulação secundária de carbonatos na massa do solum.



**Tabela 5.10.** Análises químicas de caracterização de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do Semi-Árido Nordeste

(continua)

| Horizontes | pH (1:2,5) |     | CaCO <sub>3</sub>                 | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |      |     | Valor V | m <sup>1</sup> | PST | C org              |
|------------|------------|-----|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|------|-----|---------|----------------|-----|--------------------|
|            | Água       | KCl | Equivalente<br>g kg <sup>-1</sup> | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H+Al | CTC | %       |                |     | g kg <sup>-1</sup> |
|            |            |     |                                   | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |      |     |         |                |     |                    |

**Topossequência I**

Perfil 1 – Luvissole Crômico órtico típico

|    |     |     |      |      |     |      |      |      |     |      |      |    |   |    |   |
|----|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|----|---|----|---|
| A  | 6,0 | 5,2 | 3,0  | 23,2 | 3,5 | 0,03 | 1,13 | 27,9 | 0,0 | 1,44 | 29,3 | 95 | 0 | <1 | 8 |
| Bt | 5,6 | 4,3 | 13,8 | 13,6 | 6,9 | 0,27 | 0,13 | 20,9 | 0,0 | 3,10 | 24,0 | 87 | 0 | 1  | 7 |
| BC | 5,8 | 4,4 | 8,0  | 12,4 | 6,7 | 0,37 | 0,10 | 19,6 | 0,0 | 2,33 | 21,9 | 89 | 0 | 2  | 5 |
| C  | 6,4 | 5,1 | 8,0  | 15,9 | 9,4 | 0,50 | 0,17 | 26,0 | 0,0 | 1,00 | 27,0 | 96 | 0 | 2  | 4 |
| R  |     |     | 5,5  |      |     |      |      |      |     |      |      |    |   |    |   |

Perfil 2 – Luvissole Crômico órtico solódico

|    |     |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |   |    |    |
|----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|---|----|----|
| A  | 6,4 | 5,5 | 1,3  | 8,5  | 2,7  | 0,04 | 1,89 | 13,2 | 0,0 | 1,59 | 14,8 | 89  | 0 | <1 | 11 |
| Bt | 6,1 | 4,8 | 7,5  | 12,4 | 8,1  | 0,39 | 0,34 | 21,2 | 0,0 | 2,46 | 23,7 | 90  | 0 | 2  | 6  |
| BC | 6,8 | 5,3 | 7,5  | 11,1 | 8,4  | 0,76 | 0,15 | 20,3 | 0,0 | 0,81 | 21,1 | 96  | 0 | 4  | 4  |
| Cn | 7,8 | 6,3 | 10,0 | 13,1 | 12,0 | 1,64 | 0,26 | 27,0 | 0,0 | 0,00 | 27,0 | 100 | 0 | 6  | 3  |

Perfil 3 – Luvissole Crômico órtico lítico

|    |     |     |     |      |     |      |      |      |     |      |      |    |   |    |    |
|----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|------|----|---|----|----|
| A  | 6,4 | 5,6 | 3,0 | 8,5  | 2,3 | 0,04 | 1,00 | 11,9 | 0,0 | 1,77 | 13,7 | 87 | 0 | <1 | 19 |
| Bt | 6,3 | 5,3 | 2,5 | 13,3 | 5,0 | 0,04 | 0,35 | 18,7 | 0,0 | 2,38 | 21,0 | 89 | 0 | <1 | 10 |
| C  |     |     |     |      |     |      |      |      |     |      |      |    |   |    |    |

**Tabela 5.10.** Análises químicas de caracterização de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do Semi-Árido Nordeste

(continuação)

| Horizontes   | pH (1:2,5) |     | CaCO <sub>3</sub>  | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |      |      | Valor V | m <sup>1</sup> | PST | C org              |
|--|------------|-----|--------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|------|------|---------|----------------|-----|--------------------|
|  | Água       | KCl | Equivalente        | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H+Al | CTC  | %       |                |     | g kg <sup>-1</sup> |
|  |            |     | g kg <sup>-1</sup> | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Topossequência II</b>   |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Perfil 4 - Luvissole Crômico órtico vertissólico</b>          |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A  | 6,4        | 5,4 | 6,0                | 11,6                               | 4,7              | 0,13            | 0,63           | 17,0    | 0,0              | 1,19 | 18,2 | 93      | 0              | 1   | 6                  |
| Bt   | 6,7        | 5,3 | 11,3               | 20,7                               | 8,3              | 0,30            | 0,10           | 29,4    | 0,0              | 1,14 | 30,6 | 96      | 0              | 1   | 3                  |
| BCv  | 6,9        | 5,5 | 17,3               | 24,2                               | 10,4             | 0,48            | 0,08           | 35,1    | 0,0              | 0,50 | 35,6 | 99      | 0              | 1   | 4                  |
| <b>Perfil 5 – Luvissole Crômico órtico vertissólico solódico</b> |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A  | 6,6        | 5,5 | 4,5                | 6,6                                | 5,6              | 0,17            | 0,74           | 13,0    | 0,0              | 1,95 | 15,0 | 87      | 0              | 1   | 6                  |
| Bt   | 6,7        | 4,8 | 9,0                | 13,2                               | 12,5             | 1,28            | 0,19           | 27,1    | 0,0              | 1,47 | 28,6 | 95      | 0              | 4   | 4                  |
| BCvn   | 7,3        | 6,1 | 15,3               | 13,3                               | 12,7             | 3,38            | 0,08           | 29,5    | 0,0              | 0,00 | 29,5 | 100     | 0              | 11  | 4                  |
| <b>Perfil 6 – Luvissole Crômico órtico vertissólico sódico</b>   |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A  | 6,4        | 5,1 | 3,0                | 5,9                                | 5,8              | 0,35            | 0,80           | 12,8    | 0,0              | 2,31 | 15,1 | 85      | 0              | 2   | 1                  |
| Btn  | 6,8        | 4,9 | 19,8               | 11,2                               | 12,1             | 1,90            | 0,22           | 25,4    | 0,0              | 2,08 | 27,5 | 92      | 0              | 7   | 4                  |
| BCvn   | 7,7        | 6,2 | 20,0               | 10,7                               | 10,4             | 4,30            | 0,12           | 25,6    | 0,0              | 0,20 | 25,8 | 99      | 0              | 17  | 4                  |
| R  |            |     | 18,8               |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |

**Tabela 5.10.** Análises químicas de caracterização de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do Semi-Árido Nordeste

(continuação)

| Horizontes  | pH (1:2,5) |     | CaCO <sub>3</sub>                 | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |      |      | Valor V | m <sup>1</sup> | PST | C org              |
|---|------------|-----|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|------|------|---------|----------------|-----|--------------------|
|   | Água       | KCl | Equivalente<br>g kg <sup>-1</sup> | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H+Al | CTC  | %       |                |     | g kg <sup>-1</sup> |
|   |            |     |                                   | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Topossequência III</b>                             |            |     |                                   |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Perfil 7 – Luvissole Crômico órtico lítico</b>     |            |     |                                   |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A   | 6,4        | 5,5 | 1,0                               | 3,5                                | 2,0              | 0,07            | 0,82           | 6,4     | 0,0              | 1,83 | 8,2  | 78      | 0              | 1   | 13                 |
| Bt  | 6,0        | 4,7 | 1,3                               | 5,8                                | 5,1              | 0,12            | 0,22           | 11,2    | 0,0              | 2,07 | 13,2 | 84      | 0              | 1   | 6                  |
| C   | 6,0        | 4,4 | 3,8                               | 7,0                                | 6,4              | 0,21            | 0,13           | 13,7    | 0,0              | 1,33 | 15,1 | 91      | 0              | 1   | 4                  |
| C   |            |     | 3,8                               |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| Cr/R  |            |     | 3,8                               |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Perfil 8 – Luvissole Crômico órtico típico</b>     |            |     |                                   |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A   | 6,1        | 5,4 | 6,3                               | 3,5                                | 0,8              | 0,04            | 0,62           | 7,2     | 0,0              | 1,27 | 6,2  | 80      | 0              | 1   | 17                 |
| Bt  | 6,0        | 4,1 | 3,3                               | 5,0                                | 3,6              | 0,15            | 0,19           | 7,2     | 0,0              | 1,71 | 10,6 | 84      | 0              | 1   | 4                  |
| C   |            |     | 5,5                               |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Perfil 9 – Planossolo Háplico eutrófico típico</b> |            |     |                                   |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A   | 6,1        | 5,5 | 2,5                               | 5,3                                | 1,2              | 0,05            | 0,72           | 7,2     | 0,0              | 1,79 | 9,0  | 80      | 0              | 1   | 19                 |
| E   | 5,9        | 4,4 | 4,5                               | 4,2                                | 2,6              | 0,09            | 0,32           | 7,2     | 0,0              | 1,61 | 8,8  | 82      | 0              | 1   | 5                  |
| Bt  | 6,1        | 4,2 | 7,5                               | 8,5                                | 6,9              | 0,27            | 0,26           | 16,0    | 0,0              | 1,81 | 17,8 | 90      | 0              | 2   | 4                  |
| C   |            |     | 17,8                              |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |

**Tabela 5.10.** Análises químicas de caracterização de solos desenvolvidos de rochas metamórficas do Semi-Árido Nordeste

| Horizontes   | pH (1:2,5) |     | CaCO <sub>3</sub>  | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |      |      | Valor V | m <sup>1</sup> | PST | C org              |
|--|------------|-----|--------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|------|------|---------|----------------|-----|--------------------|
|  | Água       | KCl | Equivalente        | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H+Al | CTC  |         |                |     |                    |
|  |            |     | g kg <sup>-1</sup> | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |      |      | %       |                |     | g kg <sup>-1</sup> |
| <b>Topossequência IV</b>                                 |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Perfil 10 – Luvissole Crômico órtico típico</b>       |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| AB   | 6,6        | 5,7 | 13,8               | 14,6                               | 10,7             | 0,08            | 1,29           | 26,7    | 0,0              | 7,69 | 34,4 | 78      | 0              | <1  | 30                 |
| Bt1  | 6,7        | 5,2 | 16,0               | 20,2                               | 16,4             | 0,15            | 0,24           | 37,0    | 0,0              | 2,62 | 39,6 | 93      | 0              | <1  | 9                  |
| Bt2  | 6,7        | 4,8 | 21,0               | 22,1                               | 17,4             | 0,25            | 0,10           | 39,9    | 0,0              | 2,73 | 42,7 | 94      | 0              | 1   | 7                  |
| C/Cr   | 6,5        | 5,1 | 20,8               | 21,6                               | 14,7             | 0,32            | 0,08           | 36,6    | 0,0              | 0,65 | 37,3 | 98      | 0              | 1   | 4                  |
| <b>Perfil 11 - Luvissole Crômico órtico típico</b>       |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A  | 6,7        | 5,8 | 13,8               | 17,3                               | 7,7              | 0,06            | 0,84           | 25,9    | 0,0              | 1,21 | 27,1 | 96      | 0              | <1  | 14                 |
| AB   | 6,4        | 5,0 | 25,5               | 18,8                               | 11,1             | 0,10            | 0,09           | 30,2    | 0,0              | 2,24 | 32,4 | 93      | 0              | <1  | 7                  |
| Bt   | 6,2        | 4,5 | 29,5               | 21,1                               | 16,2             | 0,18            | 0,08           | 37,5    | 0,0              | 2,23 | 39,8 | 94      | 0              | <1  | 5                  |
| Cr   |            |     | 31,8               |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| <b>Perfil 12 – Planossolo Háptico eutrófico solódico</b> |            |     |                    |                                    |                  |                 |                |         |                  |      |      |         |                |     |                    |
| A  | 6,3        | 5,2 | 12,5               | 10,4                               | 4,2              | 0,17            | 1,56           | 16,3    | 0,0              | 3,19 | 19,5 | 84      | 0              | 1   | 15                 |
| Bt   | 6,4        | 4,3 | 20,0               | 18,1                               | 15,7             | 1,15            | 0,12           | 35,1    | 0,0              | 3,49 | 38,6 | 91      | 0              | 3   | 6                  |
| C  | 7,0        | 5,4 | 23,8               | 19,3                               | 20,3             | 2,65            | 0,17           | 42,4    | 0,0              | 0,50 | 42,9 | 99      | 0              | 6   | 5                  |

<sup>1</sup>. Percentagem de saturação por alumínio trocável; <sup>2</sup>. Umidade da pasta de saturação

#### **5.3.4 Aspectos Taxonômicos**

Todos os solos estudados foram adequadamente classificados até o terceiro nível categórico (Grandes Grupos) no SiBCS (EMBRAPA, 2006). No quarto nível categórico (Subgrupos) apenas o perfil 6, que apresenta caráter sódico dentro de 100 cm de profundidade, não pôde ser classificado adequadamente, pois ainda não há um subgrupo sódico dentro da Ordem, apesar de haver a previsão da ocorrência de solos com caráter sódico na conceituação da ordem, tanto na primeira como na segunda edições do SiBCS (EMBRAPA, 1999; 2006).

Utilizou-se na classificação do perfil 6 o subgrupo sódico, pois o Sistema confere autonomia aos usuários para fazer as possíveis combinações para o quarto nível, desde que utilizando subgrupos já relacionados no SiBCS, de acordo com a ordem de importância taxonômica (EMBRAPA, 2006).

As modificações nos critérios para identificação do caráter crômico introduzidas na segunda edição do SiBCS parecem ter surtido o efeito desejado, pois permitiram a classificação dos dez perfis estudados que eram anteriormente classificados com Brunos Não-Cálcicos como Luvisolos Crômicos, minorando assim os problemas relatados por Oliveira et al. (2004), que verificaram que muitos perfis de solos classificados como Brunos Não-Cálcicos seriam classificados como Luvisolos Hipocrômicos se adotados os critérios constantes na primeira edição do SiBCS (1999).

#### **5.3.5 Considerações pedogenéticas**

Os solos estudados, por serem ainda pouco a moderadamente desenvolvidos, apresentam características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas marcadamente influenciadas pelos materiais de origem dos quais derivam. Desta forma, algumas das variações nas características dos solos são reflexos das variações na composição do material de origem. Como exemplo pode-se citar a pequena profundidade do perfil 3, que parece ser imposta pela presença de uma banda mais quartzosa do gnaiss do qual deriva.

Por outro lado, observa-se que os diferentes materiais de origem impõem características diferentes aos solos. O predomínio de mica

nos solos da toposseqüência III, os elevados teores de silte e os maiores teores de óxidos de ferro dos solos da toposseqüência IV, são alguns exemplos dessa influência do material de origem.

A menor espessura do perfil 7, em relação aos demais solos da toposseqüência, deve-se a conformação do relevo das áreas de micaxisto que apresenta-se mais movimentado do que as das áreas de gnaisse. O regolito do micaxisto, devido a grande quantidade de mica e a textura média a arenosa tem baixa consistência interna e parece ser bastante susceptível aos processos erosivos.

O condicionamento imposto pelo relevo é pronunciado no perfil 12, situado numa área plana e ligeiramente abaciada. Sob tal condição, a drenagem é restrita e impõe hidromorfismo temporário ao solo que exhibe coloração bruno acinzentada muito escura e teores de óxidos ferro extraído por DCB quase três vezes mais baixos do que os horizontes homólogos dos solos situados nas posições mais elevadas da mesma encosta.

Com relação aos processos pedogenéticos, observou-se que há uma expressiva diminuição das partículas maiores e conseqüente aumento dos teores de silte e argila no sentido do saprolito para o horizonte Bt dos solos.

Outro processo importante é a neoformação de óxidos de ferro, impregnando diferenciadamente a matriz do solo, que apresenta coloração variável em função da maior ou menor concentração local dos compostos de ferro. Eles tendem a se concentrar próximos aos minerais fontes (biotita, hornblenda e magnetita) ou nas superfícies dos poros/estruturas.

Por outro lado, não foram observadas evidências que indiquem que argiluviação tenha sido muito atuante na formação dos horizontes B dos solos estudados, mesmo naqueles que apresentam elevado gradiente textural entre o horizonte superficial e o subsuperficial. Desta forma, especula-se que o elevado gradiente textural de alguns dos perfis estudados deve-se, ao menos em parte, à expressiva remoção preferencial de argila, favorecida pela composição mineralógica que apresenta apreciável participação de minerais 2:1 expansivos ou não, por baixos teores de óxidos de ferro, pela menor permeabilidade do horizonte B, pela ocorrência de chuvas concentradas em poucos eventos de curta duração e elevada

intensidade e pela baixa proteção oferecida pela vegetação de caatinga que via de regra encontra-se bastante seca no início da estação chuvosa.

A presença de descontinuidade litológica tem sido freqüentemente assinalada, durante as descrições de campo, para perfis de Luvisolos e Planossolos do Nordeste brasileiro, como pode ser observado nos perfis descritos/estudados por Jacomine et al. (1972a; 1972b; 1973a; 1973b; 1975a; 1975b; 1977), Resende (1983), Batista (1988), Luz (1989), Luz et al. (1992) e Alves & Ribeiro (1995), dentre outros, sendo deduzida da presença de linhas de pedras ou de pedregosidade superficial. Entretanto, a pedregosidade superficial observada nos solos das topossequências I e III não parecem indicar a ocorrência de transporte na formação do material de origem. Em primeiro lugar, porque os fragmentos mais grossos (cascalhos, calhaus e matacões) são predominantemente arestados e, via de regra, de composição quartzosa. Depois, veeiros de quartzo são comumente observados no material de origem dos solos (Figura 5.12), principalmente nos gnaisses de Prata (PB) e no micaxisto de Serra Talhada (PE).

Dessa forma, a presença de pedregosidade nos sítios estudados é creditada como sendo o resultado da concentração relativa dos fragmentos grossos (>2 mm) em detrimento da remoção dos “finos”.



**Figura 5.12.** Veeiros quartzosos observados em área de Luvisolos no município de Ouro Velho (PB), derivados do mesmo gnaiss de Prata (PB), a cerca de 6 km da topossequência I.

## 5.4 CONCLUSÕES

1. Os solos estudados foram adequadamente classificados no Sistema Brasileiro de Classificação, até o terceiro nível categórico;
2. Propõem-se a inclusão de um subgrupo sódico dentro da classe dos Luvisolos Crômicos órticos, para enquadrar os solos desta classe que diferentemente dos solos típicos apresentam caráter sódico dentro de 100 cm a partir da superfície.

## 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, B.G. **Avaliação do impacto do manejo com irrigação em solos brunos não cálcicos do estado de Sergipe**. 1995. 117p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N.; LOPES, O.F.; SILVA, F.H.B.B.; MEDEIROS, L.A.R.; MELO FILHO, H.F.R.; PARAHYBA, R.B.V.; CAVALCANTI, A.C.; OLIVEIRA NETO; M.B.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; LEITE, A.P.; SANTOS, J.C.P.; SOUSA NETO, N.C.; SILVA, A.B.; LUZ, L.R. Q.P.; LIMA, P.C.; REIS, R.M.G.; BARROS, A.H.C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 378p. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa; 11).

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1972. 498p.

COELHO, M.R.; SANTOS, H.G.; SILVA, E.F.; AGLIO, M.L.D. O recurso natural solo. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JR., E. & PERES, J.R.R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2002. p. 1-11.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2001. 215. 2 mapas. Escala 1:500.000.



DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo (metodologia)**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1996. 17p. (Boletim de Extensão)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA/SPI/CNPS, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p. 95-111.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H.F.R.; LOPES, O.F.; MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS/SUDENE, 1986. 782p. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 36).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N.; MÉLO FILHO, H.F.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1977. 738p. v. 1. (Boletim Técnico, 52; Série Recursos de Solos, 10).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSÔA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975a. 532p. (Boletim Técnico, 35; Série Recursos de Solos, 5)

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R.; FORMIGA, R.A. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975b. 506p. (Boletim Técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6).

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Recife: Ministério da Agricultura/ SUDENE, 1973a. 2 v.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1973b. 359p. v. 1. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco: descrição de perfis de solos e análises**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972a. 354 p. v. 2. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O.; SILVA, A.P.; MÉLO FILHO, H.F.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972b. 650p. (Boletim Técnico, 15; Série Pedologia, 8).

JACOMINE, P.K.T.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; FORMIGA, R.A.; ALMEIDA, J.C.; BELTRÃO, V.A.; PESSÔA, S.C.P.; FERREIRA, R.C. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21; Série Pedologia, 9).

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83p.

LUZ, L.R.Q.P. **Pedogênese de uma toposseqüência de solos do semi-árido de Pernambuco**. 1989. 96p. Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MOTA, F.O.B. **Mineralogia de solos da região semi-árida do estado do Ceará**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 145p. (Tese de Doutorado)

OLIVEIRA, L.B. RIBEIRO, M.R.; KER, J.C.; FONTES, M.P.F.; LANI, J.L. Solos brunos não cálcicos do nordeste brasileiro: revisão das características e de sua classificação no sistema brasileiro de classificação de solos. In: MENDONÇA, E.S.; XAVIER, F.A.S.; LIBARDI, P.L.; ASSIS JR., R.N.; OLIVEIRA, T.S., Orgs. **Solo e água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: UFC, 2004. p. 325-346.

RESENDE, M. **Nordeste: ambientes agrícolas, problemas e sugestões de pesquisa**. [S.l.]:[s.n.], 1989. 278p. (Coleção Mossoroense, série A, n. 29).

RESENDE, M. **Bruno Não-Cálcico: interpretação de um perfil**. Mossoró: ESAM/Fundação Guimarães Duque/ UFV, 1983. 165p.

SAMPAIO, J.B.M; MELO, V.; OLIVEIRA, C.A. **Levantamento de reconhecimento semidetalhado da área do planosol solódico no estado do Rio Grande do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1976. 98p. (Recursos Solos, 5A)

SOUSA, A.R. **Caracterização e interpretação de solos brunos não cálcicos para uso agrícola, no Sertão do Pajeu do Estado de Pernambuco**. Viçosa, MG, 1986. 77p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, J.P. **Geologia de uma área entre os municípios de São José do Belmonte e Serra Talhada** – área 12. Recife: UFPE, 1982. 43p.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Estado da Paraíba**. Recife: SUDENE, 1990a. 239p. (Série pluviométrica, 5).

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE –  
SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste:** Estado de  
Pernambuco. Recife: SUDENE, 1990b. 363p. (Série pluviométrica, 6).

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

1. Os solos estudados foram adequadamente classificados no Sistema Brasileiro de Classificação, até o terceiro nível categórico;
2. Propõem-se a inclusão de um subgrupo sódico dentro da classe dos Luvisolos Crômicos órticos, para enquadrar os solos desta classe que diferentemente dos solos típicos apresentam caráter sódico dentro de 100cm a partir da superfície;
3. Não há evidências micromorfológicas que suportem que a argiluviação seja um processo efetivo na formação do gradiente textural dos Luvisolos estudados;
4. As principais pedofeições observadas estão relacionadas ao intemperismo dos minerais primários, notadamente da biotita e a dinâmica de formação e dissolução dos compostos de ferro, e a reorganização da massa do solo em função das mudanças de umidade do solo decorrentes das alternâncias entre períodos secos e chuvosos. A mineralogia das frações areia e silte dos solos estudados é essencialmente constituída por minerais primários, com virtual ausência de argilominerais.
5. Os filossilicatos presentes na argila foram caulinita, mica, minerais 2:1 expansivos (esmectita e/ou vermiculita) e interestratificados irregulares, sendo que a participação de mica e caulinita é maior em superfície e diminui com a profundidade, enquanto que os demais minerais sugerem tendência inversa.
6. Goethita com moderada substituição de Fe por Al foi o principal óxido de ferro identificado nos solos estudados.
7. A capacidade troca de cátions determinada para argila foi menor do que aquela estimada pela relação CTC do solo/argila.
8. O silte tem expressiva participação na CTC dos solos estudados, principalmente nos horizontes com maior conteúdo de silte.

## **Anexos**

**Descrições e análises físicas e químicas dos perfis de solos estudados**

**PERFIL: 1**

**DATA:** 21/09/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A moderado textura média/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Fazenda São Francisco, lado direito da estrada vicinal localizada a esquerda da PB 250, sentido Prata-Ouro Velho, a cerca de 5 km de Prata, Município de Prata, PB. Coordenadas 706873 e 9149680 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Topo de elevação, com 2% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila secundária.

**ALTITUDE:** 644 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Ortognaisse. Paleo/Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Não pedregosa

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado com topos planos.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Caatinga secundária usada na pecuária extensiva.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-16 cm; bruno escuro (7,5YR 4/4, úmido), bruno (7,5YR 5/4, seco); franco-arenosa; moderada muito pequena a pequena blocos subangulares com partes maciça coesa; dura e muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
- Bt 16-34 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; moderada média a

grande prismática composta de moderada média blocos angulares; cerosidade moderada e comum; extremamente duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.

BC 34-55 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido), mosqueado abundante pequeno a médio e distinto amarelo brunado (10YR 6/6, úmido); argila; fraca grande prismática composta de moderada média a grande blocos subangulares e angulares; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

C 55-76 cm; bruno-avermelhado (2,5 Y 5/4, úmido); argilo-arenosa; maciça coesa; extremamante duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.

R 76 cm+; rocha parcialmente alterada, não escavável com pá reta, mas escavável com ferro-de-cova (alavanca) ou picareta; composta predominantemente por quartzo, feldspatos e biotita.

### OBSERVAÇÕES:

1. Poucos calhaus na superfície;
2. Superfícies de compressão pouca e fraca no horizonte Bt e comuns e moderada no BC;
3. Variações na seqüência de horizontes foram observadas nos painéis da trincheira sendo observada seqüência A-Bt-BC-Cr-R na face leste e A-Bt-BC-C-R nas outras faces;
4. Muitos poros no horizonte A, comuns no Bt e poucas no BC e C;
5. Muitas raízes no horizonte A, comuns no Bt, poucas no BC e raras no C.

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes |               | Frações da amostra total |                 |           | Granulometria      |            |       |        | ADA | GF | Silte             | Densidade |            | Porosi |
|------------|---------------|--------------------------|-----------------|-----------|--------------------|------------|-------|--------|-----|----|-------------------|-----------|------------|--------|
| Símbolo    | Profundida de | Calhaus >20mm            | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm | Areia grossa       | Areia fina | Silte | Argila |     |    | Argila            | global    | partículas | dade   |
|            | cm            | %                        |                 |           | g kg <sup>-1</sup> |            |       |        |     | %  | t m <sup>-3</sup> |           | %          |        |
| A          | 0-16          | 0                        | 2               | 98        | 278                | 322        | 244   | 156    | 75  | 52 | 1,56              | 1,44      | 2,56       | 44     |
| Bt         | 16-34         | 0                        | 2               | 98        | 225                | 162        | 122   | 491    | 290 | 41 | 0,25              | 1,68      | 2,50       | 33     |
| BC         | 34-55         |                          | 2               | 98        | 205                | 179        | 136   | 480    | 300 | 38 | 0,28              | 1,82      | 2,50       | 27     |
| C          | 55-76         | 0                        | 3               | 97        | 237                | 229        | 186   | 349    | 160 | 54 | 0,53              | 1,89      | 2,53       | 25     |



| Horizontes | pH (1:2,5) |           | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                |      | Valor V | m% | PST                | C org               | P |
|------------|------------|-----------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|------|---------|----|--------------------|---------------------|---|
|            | Água       | KCl<br>1M | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> | CTC  |         |    |                    |                     |   |
|            |            |           | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                |      | %       |    | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |   |
| A          | 6,0        | 5,2       | 23,2                               | 3,5              | 0,03            | 1,13           | 27,9    | 0,0              | 1,44           | 29,3 | 95      | 0  | <1                 | 8                   |   |
| Bt         | 5,6        | 4,3       | 13,6                               | 6,9              | 0,27            | 0,13           | 20,9    | 0,0              | 3,10           | 24,0 | 87      | 0  | 1                  | 7                   |   |
| BC         | 5,8        | 4,4       | 12,4                               | 6,7              | 0,37            | 0,10           | 19,6    | 0,0              | 2,33           | 21,9 | 89      | 0  | 2                  | 5                   |   |
| C          | 6,4        | 5,1       | 15,9                               | 9,4              | 0,50            | 0,17           | 26,0    | 0,0              | 1,00           | 27,0 | 96      | 0  | 2                  | 4                   |   |

| Horizontes | Pasta Saturada |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                 | Condutividade       |  | Fator "f" |
|------------|----------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|--|-----------|
|            | pH             | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível | Hidráulica Saturada |  |           |
|            |                |                 | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                 | cm h <sup>-1</sup>  |  |           |
| A          | -              | -               | -       | 0,141               | 0,067            | 0,074           | -                   |  |           |
| Bt         | -              | -               | -       | 0,281               | 0,180            | 0,101           | -                   |  |           |
| BC         | -              | -               | -       | 0,299               | 0,177            | 0,122           | -                   |  |           |
| C          | -              | -               | -       | 0,258               | 0,144            | 0,114           | -                   |  |           |

Nota: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL: 2**

**DATA:** 21/09/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico A moderado textura média/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Fazenda São Francisco, a 80 m do Perfil 1, lado direito da estrada vicinal localizada a esquerda da PB 250, sentido Prata-Ouro Velho, a cerca de 5 km de Prata, Município de Prata, PB. Coordenadas 706921 e 9149611 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço médio de encosta com 2,5% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila secundária.

**ALTITUDE:** 640 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Ortognaisse. Paleo/Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Não pedregosa

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado com topos planos.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Caatinga secundária usada na pecuária extensiva.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-19 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido), bruno-avermelhado (5YR 5/4, seco); franco-arenosa; fraca muito pequena a pequena blocos subangulares; muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada (16-22cm);
- Bt 19-35 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argilo-arenosa com

cascalho; moderada média a grande prismática composta de blocos angulares; superfícies de compressão comum e moderada; extremamente duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.

BCn 35-60 cm; bruno-amarelado escuro (10YR 4/6, úmido); mosqueado comum grande proeminente vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argilo-areneosa; fraca grande a muito grande prismática; superfícies de compressão pouca e moderada; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

Cn 60-83 cm; bruno-oliváceo claro (2,5Y 5/4, úmido), mosqueado comum grande proeminente vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argilosa; maciça coesa; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.

R 83 cm+; rocha alterada não escavável com pá reta, mas facilmente escavável com picareta.

#### **OBSERVAÇÕES:**

1. O mosqueado do horizonte BC parece ser o resultado da penetração de material dos horizontes subjacentes pelas fendas deste horizonte;
2. Poucas concreções pretas (manganíferas?) no horizonte BC;
3. No horizonte C há uma expressiva quantidade de fragmentos de rocha;
4. A superfície do terreno é convexa-convexa;
5. Muitos poros no horizonte A, poucos no Bt e BC;
6. Muitas raízes no horizonte A, comuns no Bt, poucas no BC e raras no C.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes |                  | Frações da amostra total |                    |              | Granulometria      |               |       |        | ADA | GF | Silte<br>Argila   | Densidade |            | Porosi<br>dade |
|------------|------------------|--------------------------|--------------------|--------------|--------------------|---------------|-------|--------|-----|----|-------------------|-----------|------------|----------------|
| Símbolo    | Profundida<br>de | Calhaus<br>>20mm         | Cascalho<br>20-2mm | TFSA<br><2mm | Areia<br>grossa    | Areia<br>fina | Silte | Argila |     |    |                   | global    | partículas |                |
|            |                  | %                        |                    |              | g kg <sup>-1</sup> |               |       |        | %   |    | t m <sup>-3</sup> |           | %          |                |
| A          | 0-19             | 2                        | 8                  | 90           | 342                | 301           | 225   | 132    | 54  | 59 | 1,70              | 1,67      | 2,60       | 36             |
| Bt         | 19-35            | 1                        | 5                  | 94           | 273                | 195           | 173   | 359    | 202 | 44 | 0,48              | 1,75      | 2,56       | 32             |
| BC         | 35-60            | 0                        | 4                  | 96           | 253                | 184           | 171   | 392    | 188 | 52 | 0,44              | 1,92      | 2,56       | 25             |
| C          | 60-83            | 3                        | 5                  | 92           | 278                | 206           | 150   | 366    | 167 | 54 | 0,41              | 1,92      | 2,56       | 25             |

| Horizontes | pH (1:2,5) |                                    | Complexo Sortivo |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m%                 | PST | C org               | P  |
|------------|------------|------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|--------------------|-----|---------------------|----|
|            | Água       | KCl<br>1M                          | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |                    |     |                     |    |
|            |            | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                  |                 |                |         |                  | %              |         | g kg <sup>-1</sup> |     | mg kg <sup>-1</sup> |    |
| A          | 6,4        | 5,5                                | 8,5              | 2,7              | 0,04            | 1,89           | 13,2    | 0,0              | 1,59           | 14,8    | 89                 | 0   | <1                  | 11 |
| Bt         | 6,1        | 4,8                                | 12,4             | 8,1              | 0,39            | 0,34           | 21,2    | 0,0              | 2,46           | 23,7    | 90                 | 0   | 2                   | 6  |
| BC         | 6,8        | 5,3                                | 11,1             | 8,4              | 0,76            | 0,15           | 20,3    | 0,0              | 0,81           | 21,1    | 96                 | 0   | 4                   | 4  |
| C          | 7,8        | 6,3                                | 13,1             | 12,0             | 1,64            | 0,26           | 27,0    | 0,0              | 0,00           | 27,0    | 100                | 0   | 6                   | 3  |

| Horizontes | Pasta Saturada |                          |         | Constantes Hídricas |                  |                    | Condutividade          |   | Fator "f" |
|------------|----------------|--------------------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|------------------------|---|-----------|
|            | pH             | C.E. do Extrato          | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água<br>Disponível | Hidráulica<br>Saturada |   |           |
|            |                | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                    | cm h <sup>-1</sup>     |   |           |
| A          | —              | —                        | —       | 0,127               | 0,060            | 0,067              | —                      | — |           |
| Bt         | —              | —                        | —       | 0,227               | 0,144            | 0,083              | —                      | — |           |
| BC         | —              | —                        | —       | 0,259               | 0,151            | 0,108              | —                      | — |           |
| C          | —              | —                        | —       | 0,261               | 0,149            | 0,112              | —                      | — |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 3

**DATA:** 23/09/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico lítico A moderado textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Fazenda São Francisco, a 80 m do Perfil 2, lado direito da estrada vicinal localizada a esquerda da PB 250, sentido Prata-Ouro Velho, a cerca de 5 km de Prata, Município de Prata, PB. Coordenadas 706972 e 914553 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço inferior de encosta, com 4,5% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila secundária.

**ALTITUDE:** 638 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Ortognaisse. Paleo/Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Ligeiramente pedregosa

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado com topos planos.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** moderadamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Caatinga secundária usada na pecuária extensiva.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-9 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido), bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); franco-arenosa; fraca pequena a média blocos subangulares; muito duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- Bt 9-20 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-agiloarenosa; moderada

média a grande prismática composta de moderada média blocos angulares; cerosidade comum e fraca; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajosa; transição abrupta e ondulada(6-25 cm).

Cr/R 20-55 cm; rocha parcialmente alterada misturada com blocos consolidados de calhaus de quartzo;

R 55cm+; rocha parcialmente alterada, mas não escavável com pá reta.

### OBSERVAÇÕES:

1. Na trincheira foi observada variações na espessura do *solum*, o que resulta em perfis ora mais rasos ora mais profundos;
2. No saprolito predomina feldspatos e biotitas alterados e quartzo.
3. Poros comuns no horizonte A e Bt;
4. Muitas raízes no horizonte A e comuns no Bt;

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Frações da amostra total |              |                   |                    | Granulometria      |                 |               |       | ADA | GF | Silte<br>Argila   | Densidade |        | Porosi<br>dade |
|------------|--------------------------|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------|-------|-----|----|-------------------|-----------|--------|----------------|
|            | Símbolo                  | Profundidade | Calhaus<br>> 20mm | Cascalho<br>20-2mm | TFS<br>A<br><2mm   | Areia<br>grossa | Areia<br>fina | Silte |     |    |                   | Argila    | global |                |
|            | — cm —                   |              | %                 |                    | g kg <sup>-1</sup> |                 |               |       | %   |    | t m <sup>-3</sup> | %         |        |                |
| A          | 0-9                      | 1            | 3                 | 96                 | 313                | 305             | 233           | 150   | 72  | 52 | 1,55              | 1,60      | 2,56   | 38             |
| Bt         | 9-20                     | 0            | 3                 | 97                 | 234                | 276             | 179           | 311   | 104 | 67 | 0,58              | 1,64      | 2,60   | 37             |

| Horizontes | pH (1:2,5) |           | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m% | PST | C org              | P                   |
|------------|------------|-----------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|----|-----|--------------------|---------------------|
|            | Água       | KCl<br>1M | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |    |     |                    |                     |
|            |            |           | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                |         | %  |     | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |
| A          | 6,4        | 5,6       | 8,5                                | 2,3              | 0,04            | 1,00           | 11,9    | 0,0              | 1,77           | 13,7    | 87 | 0   | <1                 | 19                  |
| Bt         | 6,3        | 5,3       | 13,3                               | 5,0              | 0,04            | 0,35           | 18,7    | 0,0              | 2,38           | 21,0    | 89 | 0   | <1                 | 10                  |

| Horizonte | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                    | Condutividade       |           |
|-----------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------|
|           | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível    | Hidráulica Saturada | Fator "f" |
|           | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %               | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  | cm h <sup>-1</sup> |                     |           |
| A         |                          |                 |         | 0,162               | 0,089            | 0,073              |                     |           |
| Bt        |                          |                 |         | 0,185               | 0,119            | 0,066              |                     |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 4

**DATA:** 22/09/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico A fraco textura média fase erodida caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Lado esquerdo da estrada vicinal que liga Serra Branca a Coxixola, localizada a margem direita da BR 412, sentido Sumé-Serra Branca, Município de Serra Branca, PB. Coordenadas 758554 e 9166927 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Topo de elevação, 2% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila com marmeleiro, xique-xique, pereiro, aroeira e catingueira.

**ALTITUDE:** 558 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Biotita gnaisses. Paleo/Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** moderadamente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar severa e sucos rasos repetidos com freqüência.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva na caatinga.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0-16 cm; bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco-arenosa; moderada pequena a média blocos angulares e subangulares e maciça moderadamente coesa; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (14-20 cm).

Bt 16-37 cm; bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); franco-argilosa; forte média a grande prismática composta de forte média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e moderada; extremamente duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e plana.

BCv 37-60 cm; bruno-amarelado escuro (10YR 4/4, úmido); franca; moderada grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e forte; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cr/R 60 cm+; rocha parcialmente alterada não escavável com pá reta.

### OBSERVAÇÕES:

1. A ondulação da transição entre o horizonte A e Bt é resultado da penetração do material do horizonte A nas fendas do Bt;
2. O solo foi descrito em dia nublado;
3. O horizonte A apresenta uma crosta superficial de cerca de 1,5 cm de espessura.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Profundidade | Frações da amostra total |                    |              | Granulometria      |               |       |        | ADA | GF | Silte<br>Argila   | Densidade |            | Porosidade |
|------------|--------------|--------------------------|--------------------|--------------|--------------------|---------------|-------|--------|-----|----|-------------------|-----------|------------|------------|
|            |              | Calhaus<br>>20mm         | Cascalho<br>20-2mm | TFSA<br><2mm | Areia<br>grossa    | Areia<br>fina | Silte | Argila |     |    |                   | global    | partículas |            |
| Símbolo    | cm           | %                        |                    |              | g kg <sup>-1</sup> |               |       |        | %   |    | t m <sup>-3</sup> |           | %          |            |
| A          | 0-16         | 1                        | 6                  | 93           | 264                | 319           | 247   | 170    | 79  | 54 | 1,45              | 1,73      | 2,60       | 34         |
| Bt         | 16-37        | 0                        | 4                  | 96           | 204                | 207           | 303   | 285    | 187 | 35 | 1,06              | 1,80      | 2,56       | 30         |
| BCv        | 37-60        | 0                        | 2                  | 98           | 149                | 182           | 309   | 360    | 150 | 58 | 0,86              | 1,88      | 2,60       | 28         |

| Horizontes | pH (1:2,5)                         |           | Complexo Sortivo |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V            | m%                  | PST | C org | P |
|------------|------------------------------------|-----------|------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|--------------------|---------------------|-----|-------|---|
|            | Água                               | KCl<br>1M | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |                    |                     |     |       |   |
|            | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |           |                  |                  |                 |                |         | %                |                | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |     |       |   |
| A          | 6,4                                | 5,4       | 11,6             | 4,7              | 0,13            | 0,63           | 17,0    | 0,0              | 1,19           | 18,2               | 93                  | 0   | 1     | 6 |
| Bt         | 6,7                                | 5,3       | 20,7             | 8,3              | 0,30            | 0,10           | 29,4    | 0,0              | 1,14           | 30,6               | 96                  | 0   | 1     | 3 |
| BCv        | 6,9                                | 5,5       | 24,2             | 10,4             | 0,48            | 0,08           | 35,1    | 0,0              | 0,50           | 35,6               | 99                  | 0   | 1     | 4 |



| Horizontes | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                 | Conductividade      | Fator "f" |
|------------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível | Hidráulica Saturada |           |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %               |         | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                 | cm h <sup>-1</sup>  |           |
| A          |                          |                 |         | 0,156               | 0,084            | 0,072           |                     |           |
| Bt         |                          |                 |         | 0,211               | 0,135            | 0,076           |                     |           |
| BCv        |                          |                 |         | 0,254               | 0,157            | 0,097           |                     |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 5

**DATA:** 22/09/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico solódico A fraco textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** a 160 m do Perfil 4, lado esquerdo da estrada vicinal que liga Serra Branca a Coxixola, localizada a margem direita da BR 412, sentido Sumé-Serra Branca, Município de Serra Branca, PB. Coordenadas 0758712 e 9166913 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço médio de encosta suave, com 4% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila com marmeleiro, xique-xique, pereiro, aroeira e catingueira.

**ALTITUDE:** 553 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Biotita gnaisses. Paleo/Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** moderadamente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar severa e sucrosos repetidos com frequência.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva na caatinga.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0-10 cm; bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-arenosa; fraca pequena a média blocos subangulares e moderadamente coesa; muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (4-19 cm).

Bt 10-32 cm; bruno escuro (7,5YR 4/4, úmido); franco-argiloarenosa;

moderada média a grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão comum e fraca; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.

BCvn 32-65 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); franco-argilosa; fraca grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e moderada; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada (25-35 cm).

R 65 cm+; rocha parcialmente alterada não escavável com pá reta, mas escavável com picareta.

### OBSERVAÇÕES:

1. A base da trincheira estava úmida o que dificultou a determinação da estrutura;
2. O solo foi descrito em dia nublado;
3. O horizonte A apresenta uma crosta superficial de cerca de 1,5 cm de espessura;
4. Poros comuns nos horizontes A e Bt e poucos no horizonte BC;
5. Raízes comuns nos horizontes A e Bt e raras no BC.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Profundidade | Frações da amostra total |                 |                    |              | Granulometria |       |        |        | ADA | GF   | Silte             |      |    | Porosidade |
|------------|--------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|-------|--------|--------|-----|------|-------------------|------|----|------------|
|            |              | Calhaus >20mm            | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm          | Areia grossa | Areia fina    | Silte | Argila | global |     |      | partículas        |      |    |            |
| Símbolo    | cm           | %                        |                 | g kg <sup>-1</sup> |              |               |       |        |        |     |      | t m <sup>-3</sup> |      | %  |            |
| A          | 0-10         | 0                        | 6               | 94                 | 256          | 329           | 273   | 142    | 68     | 52  | 1,92 | 1,72              | 2,56 | 33 |            |
| Bt         | 10-32        | 0                        | 2               | 98                 | 270          | 239           | 199   | 292    | 131    | 55  | 0,68 | 1,79              | 2,53 | 29 |            |
| BCvn       | 32-65        | 0                        | 2               | 98                 | 226          | 238           | 210   | 326    | 173    | 47  | 0,64 | 1,89              | 2,53 | 25 |            |

| Horizontes | pH (1:2,5) |        | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m%  | PST                | C org | P                   |
|------------|------------|--------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|-----|--------------------|-------|---------------------|
|            | Água       | KCl IM | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |     |                    |       |                     |
|            |            |        | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                | %       |     | g kg <sup>-1</sup> |       | mg kg <sup>-1</sup> |
| A          | 6,6        | 5,5    | 6,6                                | 5,6              | 0,17            | 0,74           | 13,0    | 0,0              | 1,95           | 15,0    | 87  | 0                  | 1     | 6                   |
| Bt         | 6,7        | 4,8    | 13,2                               | 12,5             | 1,28            | 0,19           | 27,1    | 0,0              | 1,47           | 28,6    | 95  | 0                  | 4     | 4                   |
| BCvn       | 7,3        | 6,1    | 13,3                               | 12,7             | 3,38            | 0,08           | 29,5    | 0,0              | 0,00           | 29,5    | 100 | 0                  | 11    | 4                   |

| Horizontes | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                    | Condutividade       |           |
|------------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível    | Hidráulica Saturada | Fator "f" |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %               |         | kg kg <sup>-1</sup> |                  | cm h <sup>-1</sup> |                     |           |
| A          |                          |                 |         | 0,134               | 0,063            | 0,071              |                     |           |
| Bt         |                          |                 |         | 0,211               | 0,118            | 0,093              |                     |           |
| BCvn       |                          |                 |         | 0,242               | 0,144            | 0,098              |                     |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 6

**DATA:** 22/09/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico sódico A fraco textura média/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** a 60 m do Perfil 5, lado esquerdo da estrada vicinal que liga Serra Branca a Coxixola, localizada a margem direita da BR 412, sentido Sumé-Serra Branca, Município de Serra Branca, PB. Coordenadas 758777 e 9166919 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** terço inferior de encosta, com 4% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila com marmeleiro, xique-xique, pereiro, aroeira e catingueira.

**ALTITUDE:** m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Biotita gnaisses. Paleo/Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** moderadamente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar severa e sucros rasos repetidos com frequência.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva na caatinga.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0-7 cm; bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); franco-arenosa; fraca média a grande blocos angulares e subangulares e maciça moderadamente coesa; muito duro, firme, plástico

e pegajoso; transição abrupta e ondulada (4-10 cm).

Bt 7-27 cm; bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); franco-argiloarenosa; forte média a grande prismática composta de fraca média a grande blocos angulares; superfícies de compressão pouca e fraca; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.

BCvn 27-52 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); franco-argiloarenosa; fraca grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares; superfícies de compressão abundantes e moderada; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

R 52-82 cm+; rocha parcialmente alterada maciça coesa com partes muito pouco alterada.

### OBSERVAÇÕES:

1. A base da trincheira estava úmida dificultando a determinação da estrutura;
2. O solo foi descrito em dia nublado;
3. Muitos poros nos horizontes A, poucos no Bt e BC;
4. Raízes comuns no horizonte A, poucas no Bt e raras no BC.

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Frações da amostra total |                 |               |                 | Granulometria      |              |            |       | ADA | GF | Silte             |        | Densidade |            | Porosidade |
|------------|--------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------|------------|-------|-----|----|-------------------|--------|-----------|------------|------------|
|            | Símbolo                  | Profundidade de | Calhaus >20mm | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm          | Areia grossa | Areia fina | Silte |     |    | Argila            | Argila | global    | partículas |            |
|            | cm                       |                 | %             |                 | g kg <sup>-1</sup> |              |            |       | %   |    | t m <sup>-3</sup> |        | %         |            |            |
| A          | 0-7                      | 2               | 7             | 91              | 308                | 309          | 279        | 105   | 37  | 65 | 2,66              | -      | 2,56      | -          |            |
| Btn        | 7-27                     | 0               | 2             | 98              | 276                | 201          | 201        | 321   | 121 | 62 | 0,63              | 1,84   | 2,50      | 26         |            |
| BCvn       | 27-52                    | 0               | 4             | 96              | 273                | 212          | 179        | 336   | 149 | 56 | 0,53              | 1,90   | 2,56      | 26         |            |

| Horizontes | pH (1:2,5) |     | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m%                 | PST                 | C org | P |
|------------|------------|-----|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|--------------------|---------------------|-------|---|
|            | Água       | KCl | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |                    |                     |       |   |
|            | 1M         |     | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                | %       | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |       |   |
| A          | 6,4        | 5,1 | 5,9                                | 5,8              | 0,35            | 0,80           | 12,8    | 0,0              | 2,31           | 15,1    | 85                 | 0                   | 2     | 1 |
| Btn        | 6,8        | 4,9 | 11,2                               | 12,1             | 1,90            | 0,22           | 25,4    | 0,0              | 2,08           | 27,5    | 92                 | 0                   | 7     | 4 |
| BCvn       | 7,7        | 6,2 | 10,7                               | 10,4             | 4,30            | 0,12           | 25,6    | 0,0              | 0,20           | 25,8    | 99                 | 0                   | 17    | 4 |

| Horizontes | Pasta Saturada |                          |         | Constantes Hídricas |                  |                 | Conductividade      | Fator "f" |  |
|------------|----------------|--------------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------|--|
|            | pH             | C.E. do Extrato          | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível | Hidráulica Saturada |           |  |
|            |                | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                 | cm h <sup>-1</sup>  |           |  |
| A          |                |                          |         | 0,135               | 0,056            | 0,080           |                     |           |  |
| Btn        |                |                          |         | 0,247               | 0,136            | 0,111           |                     |           |  |
| BCvn       |                |                          |         | 0,244               | 0,141            | 0,103           |                     |           |  |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 7

**DATA:** 05/10/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico lítico A moderado textura média /argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Lado esquerdo da BR 232, na altura do km 396, sentido Custódia-Serra Talhada, Município de Serra Talhada, PE. Coordenadas 588295 e 9113550 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço superior de encosta, com 5% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila secundária.

**ALTITUDE:** 465 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Micaxisto. Mesoproterozóico (?).

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Extremamente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado e ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**EROSÃO:** Laminar moderada com sulcos.

**DRENAGEM:** moderadamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva na caatinga.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0-7 cm; bruno (7,5YR 5/4, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco-arenosa; moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

Bt 7-20 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); argila; moderada média prismática composta de forte pequena a média blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e fraca; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição



clara e ondulada (8-23 cm).

C 20-34 cm; bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado comum pequeno e proeminente (2,5YR 4/6); franco-argilosa muito cascalhenta; moderada média a grande prismática composta de forte média blocos angulares; superfícies de compressão comum e fraca; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada (0-27 cm).

Cr/R 34-69 cm; rocha alterada não consolidada misturada com partes consolidadas com aspecto de quartzito.

R 69 cm+; rocha alterada.

### OBSERVAÇÕES:

1. No horizonte Bt a mica dá a impressão de mosqueado muito pequeno amarelo;
2. Na face norte (sentido do declive) o perfil é mais raso e mais próximo de um Neossolo Litólico;
3. Muitos poros nos Horizontes A, poros comuns no Bt e poucos poros no C;
4. Muitas raízes nos horizontes A, comum no Bt e poucas no C.
5. Os calhaus e cascalho de quartzo são arestados;

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Frações da amostra total | Granulometria |                 |                    |              | ADA | GF  | Silte      |        | Densidade         |        | Porosidade |            |    |
|------------|--------------------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------|-----|-----|------------|--------|-------------------|--------|------------|------------|----|
|            |                          | Calhaus >20mm | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm          | Areia grossa |     |     | Areia fina | Argila | Silte             | global |            | partículas |    |
| Símbolo    | Profundidade de          | %             |                 | g kg <sup>-1</sup> |              |     |     | %          |        | t m <sup>-3</sup> |        | %          |            |    |
| cm         |                          |               |                 |                    |              |     |     |            |        |                   |        |            |            |    |
| A          | 0-7                      | 22            | 50              | 28                 | 374          | 275 | 240 | 110        | 27     | 76                | 2,18   | —          | 2,63       | —  |
| Bt         | 7-20                     | 2             | 6               | 92                 | 125          | 94  | 296 | 486        | 140    | 71                | 0,61   | 1,66       | 2,56       | 35 |
| C          | 20-34                    | 0             | 3               | 97                 | 149          | 116 | 407 | 328        | 113    | 66                | 1,24   | 1,79       | 2,60       | 31 |

| Horizontes | pH (1:2,5) |     | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m% | PST                | C org | P                   |
|------------|------------|-----|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|----|--------------------|-------|---------------------|
|            | Água       | KCl | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |    |                    |       |                     |
|            | 1M         |     | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                | %       |    | g kg <sup>-1</sup> |       | mg kg <sup>-1</sup> |
| A          | 6,4        | 5,5 | 3,5                                | 2,0              | 0,07            | 0,82           | 6,4     | 0,0              | 1,83           | 8,2     | 78 | 0                  | 1     | 13                  |
| Bt         | 6,0        | 4,7 | 5,8                                | 5,1              | 0,12            | 0,22           | 11,2    | 0,0              | 2,07           | 13,2    | 84 | 0                  | 1     | 6                   |
| C          | 6,0        | 4,4 | 7,0                                | 6,4              | 0,21            | 0,13           | 13,7    | 0,0              | 1,33           | 15,1    | 91 | 0                  | 1     | 4                   |

| Horizontes | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                    | Condutividade       |           |
|------------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível    | Hidráulica Saturada | Fator "f" |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %               |         | kg kg <sup>-1</sup> |                  | cm h <sup>-1</sup> |                     |           |
| A          |                          |                 |         | 0,137               | 0,055            | 0,082              |                     |           |
| Bt         |                          |                 |         | 0,249               | 0,150            | 0,100              |                     |           |
| C          |                          |                 |         | 0,215               | 0,121            | 0,094              |                     |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 8

**DATA:** 05/10/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A moderado textura média/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** a 172 m do Perfil 7, lado esquerdo da BR 232, na altura do km 396, sentido Custódia-Serra Talhada, Município de Serra Talhada, PE. Coordenadas 588370 e 9113702 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço médio de encosta, com 4% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila secundária.

**ALTITUDE:** 458 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Micaxisto. Mesoproterozóico (?).

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Muito pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado e ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** moderadamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva na caatinga.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-9 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco-arenosa com cascalho; fraca pequena a média blocos subangulares, com partes maciça moderadamente coesa; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- Bt 9-36 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); franca; fraca média

prismática composta de moderada pequena a média blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e fraca; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cr 36-88 cm; rocha alterada com orientação xistosa, bastante porosa e escavável com pá reta quando úmida.

### OBSERVAÇÕES:

1. Os calhaus e cascalhos de quartzo são predominantemente arestados.
2. Muitos poros nos horizontes A, poros comuns no Bt e muitos poros no Cr.
3. Muitas raízes no horizonte A, comuns no Bt e raras no Cr.

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Símbolo | Profundidade de | Frações da amostra total |                 |           |                    | Granulometria |       |        | ADA | GF                | Densidade    |        | Porosidade |
|------------|---------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------|--------------------|---------------|-------|--------|-----|-------------------|--------------|--------|------------|
|            |         |                 | Calhaus >20mm            | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm | Areia grossa       | Areia fina    | Silte | Argila |     |                   | Silte Argila | global |            |
|            | cm      |                 | %                        |                 |           | g kg <sup>-1</sup> |               |       | %      |     | t m <sup>-3</sup> |              | %      |            |
| A          | 0-9     | 14              | 33                       | 53              | 226       | 332                | 349           | 94    | 33     | 64  | 3,71              | 1,51         | 2,60   | 42         |
| Bt         | 9-36    | 3               | 7                        | 90              | 214       | 185                | 402           | 199   | 74     | 63  | 2,02              | 1,65         | 2,63   | 37         |

| Horizontes | pH (1:2,5) |        | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m%                 | PST                 | C org | P  |
|------------|------------|--------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|--------------------|---------------------|-------|----|
|            | Água       | KCl 1M | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |                    |                     |       |    |
|            |            |        | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                | %       | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |       |    |
| A          | 6,1        | 5,4    | 3,5                                | 0,8              | 0,04            | 0,62           | 7,2     | 0,0              | 1,27           | 6,2     | 80                 | 0                   | 1     | 17 |
| Bt         | 6,0        | 4,1    | 5,0                                | 3,6              | 0,15            | 0,19           | 7,2     | 0,0              | 1,71           | 10,6    | 84                 | 0                   | 1     | 4  |

| Horizontes | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                    | Condutividade       |           |
|------------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível    | Hidráulica Saturada | Fator "f" |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %               | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  | cm h <sup>-1</sup> |                     |           |
| A          |                          |                 |         | 0,173               | 0,056            | 0,117              |                     |           |
| Bt         |                          |                 |         | 0,170               | 0,083            | 0,087              |                     |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 9

**DATA:** 05/10/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** PLANOSSOLO HAPLICO Eutrófico típico A moderado  
textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** a 92 m do  
Perfil 9, lado esquerdo da BR 232, na altura do Km 396, sentido Custódia-  
Serra Talhada, Município de Serra Talhada, PE. Coordenadas 588410 e  
9113788 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** a 92 m do  
P8 no terço inferior de encosta, com 5% de declividade, sob vegetação de  
caatinga hiperxerófila secundária.

**ALTITUDE:** 452 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Micaxisto. Mesoproterozóico (?).

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Muito pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado e ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva na caatinga.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros  
de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-20 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); franco-arenosa muito cascalhenta; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

E 20-27 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno muito claro-

acinzentado (10YR 7/3, seco); franco-arenosa com cascalho; fraca pequena a média blocos subangulares; muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

Bt 27-45 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), franca muito cascalhenta; moderada grande prismática; extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cr/R 45-86 cm.; saprólito de micaxisto escavável quando úmido com pá reta com certa dificuldade e apresentando partes mais resistentes a escavação.

### OBSERVAÇÕES:

1. Muitos poros nos Horizontes A e E e poucos poros no horizonte Bt;
2. Muitas raízes nos horizontes A e E, poucas no Bt e raras no Cr/R.

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Símbolo | Profundidade de | Frações da amostra total |                 |            | Granulometria      |            |       |        | ADA | GF | Densidade         |        | Porosidade |            |
|------------|---------|-----------------|--------------------------|-----------------|------------|--------------------|------------|-------|--------|-----|----|-------------------|--------|------------|------------|
|            |         |                 | Calhaus > 20mm           | Cascalho 20-2mm | TFSA < 2mm | Areia grossa       | Areia fina | Silte | Argila |     |    | Silte Argila      | global |            | partículas |
|            |         | cm              | %                        |                 |            | g kg <sup>-1</sup> |            |       |        | %   |    | t m <sup>-3</sup> |        | %          |            |
| A          |         | 0-20            | 33                       | 32              | 35         | 247                | 410        | 306   | 37     | 7   | 82 | 8,27              | 1,60   | 2,56       | 38         |
| E          |         | 20-27           | 1                        | 7               | 92         | 184                | 402        | 314   | 100    | 40  | 60 | 3,14              | 1,48   | 2,63       | 44         |
| Bt         |         | 27-45           | 0                        | 1               | 99         | 241                | 256        | 281   | 222    | 147 | 34 | 1,26              | 1,72   | 2,56       | 33         |

| Horizontes | pH (1:2,5) |        | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m% | PST                | C org               | P  |
|------------|------------|--------|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|----|--------------------|---------------------|----|
|            | Água       | KCl 1M | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |    |                    |                     |    |
|            |            |        | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                | %       |    | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |    |
| A          | 6,1        | 5,5    | 5,3                                | 1,2              | 0,05            | 0,72           | 7,2     | 0,0              | 1,79           | 9,0     | 80 | 0                  | 1                   | 19 |
| E          | 5,9        | 4,4    | 4,2                                | 2,6              | 0,09            | 0,32           | 7,2     | 0,0              | 1,61           | 8,8     | 82 | 0                  | 1                   | 5  |
| Bt         | 6,1        | 4,2    | 8,5                                | 6,9              | 0,27            | 0,26           | 16,0    | 0,0              | 1,81           | 17,8    | 90 | 0                  | 2                   | 4  |

| Horizontes | Pasta Saturada |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                 | Condutividade       |  | Fator "f" |
|------------|----------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|--|-----------|
|            | pH             | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível | Hidráulica Saturada |  |           |
|            |                |                 | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                 | cm h <sup>-1</sup>  |  |           |
| A          |                |                 |         |                     | 0,149            | 0,048           | 0,102               |  |           |
| E          |                |                 |         |                     | 0,127            | 0,045           | 0,082               |  |           |
| Bt         |                |                 |         |                     | 0,180            | 0,091           | 0,089               |  |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 10

**DATA:** 06/10/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A fraco textura argilosa fase erodida caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Encosta do lado esquerdo da BR 232, na altura do Km 464, sentido Serra Talhada-Salgueiro. Município de São José do Belmonte, PE. Coordenadas 588295 e 9113550 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço superior de encosta, com 2% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila.

**ALTITUDE:** 511 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Metapelite (Filito?). Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Ligeiramente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** moderadamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Caatinga secundária.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- AB 0-3 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido), bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); argila; fraca pequena a média blocos angulares e subangulares; extremamente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição abrupta e plana.
- Bt1 3-20 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; forte média a grande prismática composta de moderada média a grande blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e moderada; superfícies de compressão

abundante e moderada; extremamente duro, muito firme, muito plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

Bt2 20-50 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; forte grande a muito grande prismática composta de moderada grande a muito grande blocos angulares; cerosidade comum e moderada; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, extremamente firme, muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.

C/Cr 50-72 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argilo-siltosa; moderada muito pequena a média blocos angulares; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cr 72-98 cm; saprólito escavável com martelo pedológico.

R 98-108 cm+; rocha parcialmente alterada, escavável com martelo pedológico.

### OBSERVAÇÕES:

1. No horizonte Cr e na camada R é evidente a orientação da rocha, com mergulho no sentido norte-sul ( $\pm 60^\circ$ );
2. Presença de fendas verticais até 50 cm de profundidade, repetidas com freqüência;
3. Muitas raízes no horizonte AB e Bt1, poucas no Bt2 e raras no C/Cr;
4. Poros comuns nos horizontes AB e Bt1, poucos poros no Bt2 e muitos poros no C/Cr.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes |              | Frações da amostra total |          |      |                    | Granulometria |       |        |     | ADA | GF                | Silte  | Densidade  |      | Porosi |
|------------|--------------|--------------------------|----------|------|--------------------|---------------|-------|--------|-----|-----|-------------------|--------|------------|------|--------|
| Símbolo    | Profundidade | Calhaus                  | Cascalho | TFSA | Areia              | Areia         | Silte | Argila |     |     | Argila            | global | partículas | dade |        |
|            | de           | > 20mm                   | 20-2mm   | <2mm | grossa             | fina          |       |        |     |     |                   |        |            |      |        |
|            | cm           | %                        |          |      | g kg <sup>-1</sup> |               |       |        | %   |     | t m <sup>-3</sup> |        | %          |      |        |
| AB         | 0-3          | 3                        | 7        | 89   | 67                 | 108           | 469   | 464    | 141 | 70  | 1,06              | —      | 2,53       | —    |        |
| Bt1        | 3-20         | 0                        | 1        | 99   | 54                 | 84            | 368   | 578    | 260 | 55  | 0,65              | 1,79   | 2,63       | 32   |        |
| Bt2        | 20-50        | 0                        | 0        | 100  | 52                 | 81            | 390   | 558    | 292 | 48  | 0,71              | 1,82   | 2,63       | 31   |        |
| C/Cr       | 50-72        | 0                        | 1        | 99   | 92                 | 158           | 530   | 378    | 176 | 53  | 1,44              | —      | 2,67       | —    |        |



| Horizontes | pH (1:2,5) |     | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                |      | Valor V | m% | PST                | C org               | P |
|------------|------------|-----|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|------|---------|----|--------------------|---------------------|---|
|            | Água       | KCl | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> | CTC  |         |    |                    |                     |   |
|            | IM         |     | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                |      | %       |    | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |   |
| AB         | 6,6        | 5,7 | 14,6                               | 10,7             | 0,08            | 1,29           | 26,7    | 0,0              | 7,69           | 34,4 | 78      | 0  | <1                 | 30                  |   |
| Bt1        | 6,7        | 5,2 | 20,2                               | 16,4             | 0,15            | 0,24           | 37,0    | 0,0              | 2,62           | 39,6 | 93      | 0  | <1                 | 9                   |   |
| Bt2        | 6,7        | 4,8 | 22,1                               | 17,4             | 0,25            | 0,10           | 39,9    | 0,0              | 2,73           | 42,7 | 94      | 0  | 1                  | 7                   |   |
| C/Cr       | 6,5        | 5,1 | 21,6                               | 14,7             | 0,32            | 0,08           | 36,6    | 0,0              | 0,65           | 37,3 | 98      | 0  | 1                  | 4                   |   |

| Horizontes | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                    | Condutividade       |  | Fator "f" |
|------------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|--|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível    | Hidráulica Saturada |  |           |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C | %               | %       | kg kg <sup>-1</sup> |                  | cm h <sup>-1</sup> |                     |  |           |
|            |                          |                 |         | 0,266               | 0,156            | 0,110              |                     |  |           |
|            |                          |                 |         | 0,259               | 0,155            | 0,104              |                     |  |           |
|            |                          |                 |         | 0,270               | 0,160            | 0,110              |                     |  |           |
|            |                          |                 |         | 0,237               | 0,120            | 0,117              |                     |  |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 11

**DATA:** 06/10/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A moderado  
textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** a 64 m do  
Perfil 10, encosta do lado esquerdo da BR 232, na altura do Km 464, sentido  
Serra Talhada-Salgueiro. Município de São José do Belmonte, PE (a 64 m  
do Perfil 10). Coordenadas 530709 e 9112406 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço  
médio de encosta, com 5% de declividade, sob vegetação de caatinga  
hiperxerófila.

**ALTITUDE:** 502 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Metapelite (Filito?). Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada.

**PEDREGOSIDADE:** Ligeiramente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**DRENAGEM:** moderadamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Caatinga secundária.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros  
de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0-11 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido), bruno-avermelhado  
(5YR 4/4, seco); franco-argilo-siltosa; moderada pequena a média blocos  
subangulares; muito duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição  
gradual e plana.

BA 11-29 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR

4/6, seco); argila; moderada pequena a média blocos angulares e subangulares; muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição abrupta e plana.

Bt 29-55 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argila; forte média a grande prismática composta de moderada média blocos angulares; cerosidade abundante e moderada; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, firme, muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cr 55-100 cm; vermelho-amarelo (5YR 4/6, úmido); rocha alterada que se desfaz em pequenos fragmentos no 5YR 4/6 e 10YR 6/6.

R 100-110 cm<sub>+</sub>; rocha semi-intemperizada escavável com martelo pedológico.

### OBSERVAÇÕES:

1. Muitas raízes no horizonte A, comuns no AB, poucas no Bt e raras no Cr;
2. Muitos poros nos horizontes A e AB, poros comuns no Bt e muitos poros no Cr.

### ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Profundidade de | Frações da amostra total |                 |           | Granulometria      |            |       |        | ADA | GF | Silte<br>Argila   | Densidade |            | Porosidade |
|------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------|--------------------|------------|-------|--------|-----|----|-------------------|-----------|------------|------------|
|            |                 | Calhaus >20mm            | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm | Areia grossa       | Areia fina | Silte | Argila |     |    |                   | global    | partículas |            |
| Símbolo    | cm              | %                        |                 |           | g kg <sup>-1</sup> |            |       |        | %   | %  | t m <sup>-3</sup> |           | %          |            |
| A          | 0-11            | 3                        | 4               | 93        | 101                | 138        | 518   | 381    | 167 | 56 | 1,42              | 1,65      | 2,70       | 39         |
| AB         | 11-29           | 1                        | 8               | 91        | 80                 | 109        | 446   | 474    | 225 | 52 | 0,94              | 1,60      | 2,63       | 39         |
| Bt         | 29-55           | 0                        | 3               | 97        | 73                 | 88         | 407   | 521    | 259 | 50 | 0,81              | 1,76      | 2,60       | 32         |

| Horizontes | pH (1:2,5) Água                    | KCl 1M | Complexo Sortivo |                  |                 | Constantes Hídricas |         |                    |                | Valor V             | m% | PST | C org | P  |
|------------|------------------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------|--------------------|----------------|---------------------|----|-----|-------|----|
|            |                                    |        | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup>      | Valor S | Al <sup>3+</sup>   | H <sup>+</sup> |                     |    |     |       |    |
|            | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |        |                  | %                |                 |                     |         | g kg <sup>-1</sup> |                | mg kg <sup>-1</sup> |    |     |       |    |
| A          | 6,7                                | 5,8    | 17,3             | 7,7              | 0,06            | 0,84                | 25,9    | 0,0                | 1,21           | 27,1                | 96 | 0   | <1    | 14 |
| AB         | 6,4                                | 5,0    | 18,8             | 11,1             | 0,10            | 0,09                | 30,2    | 0,0                | 2,24           | 32,4                | 93 | 0   | <1    | 7  |
| Bt         | 6,2                                | 4,5    | 21,1             | 16,2             | 0,18            | 0,08                | 37,5    | 0,0                | 2,23           | 39,8                | 94 | 0   | <1    | 5  |

| Horizontes | Pasta Saturada           |                 | Constantes Hídricas |                     |                  | Conductividade  |                     | Fator "f" |
|------------|--------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade             | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível | Hidráulica Saturada |           |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C |                 | %                   | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                 | cm h <sup>-1</sup>  |           |
|            |                          |                 |                     | 0,208               | 0,097            | 0,111           |                     |           |
|            |                          |                 |                     | 0,227               | 0,119            | 0,108           |                     |           |
|            |                          |                 |                     | 0,260               | 0,148            | 0,112           |                     |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.

**PERFIL:** 12

**DATA:** 06/10/2004

**CLASSIFICAÇÃO:** Planossolo Háplico eutrófico solódico A moderado  
textura média/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** a 96 m do  
Perfil 11, em encosta do lado esquerdo da BR 232, na altura do Km 464,  
sentido Serra Talhada-Salgueiro. Município de São José do Belmonte, PE.  
Coordenadas 530710 e 9112308 UTM.

**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA SOBRE O PERFIL:** Terço  
médio de encosta, com 1,5% de declividade, sob vegetação de caatinga  
hiperxerófila.

**ALTITUDE:** 500 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Metapelite (Filito?). Mesoproterozóico.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha supracitada com contribuição  
de material pseudoalóctone (?) trazido das áreas circunvizinhas mais  
elevadas.

**PEDREGOSIDADE:** Ligeiramente pedregosa.

**ROCHOSIDADE:** Não rochosa.

**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**EROSÃO:** Não aparente.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

**USO ATUAL:** Caatinga secundária.

**CLIMA:**

**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Lindomário Barros  
de Oliveira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0-20 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido), vermelho-amarelado  
(5YR 5/6, seco); franco-argilo-siltosa; fraca pequena a média blocos  
subangulares; duro e muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição

abrupta e ondulada (18-23 cm).

Bt 20-50 cm; bruno-avermelhado (10YR 4/3, úmido); argila; forte grande prismática composta de fraca grande a muito grande blocos angulares; superfícies de compressão comum e moderada; extremamente duro, muito firme, muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cvn 50-92 cm<sub>+</sub>; bruno-avermelhado-escuro (10YR 3/2, úmido); argila; fraca média a grande prismática composta de moderada grande blocos angulares; *slickensides* pouco e fraco; superfícies de compressão abundante e moderada; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso.

### OBSERVAÇÕES:

6. Muitas raízes no horizonte A, poucas no Bt e raras no C;

7. Muitos poros nos horizontes A, poucos poros no Bt e C.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| Horizontes | Profundidade | Frações da amostra total |                 |           |              | Granulometria      |       |        |        | ADA | GF   | Silte             |      | Densidade |  | Porosidade |
|------------|--------------|--------------------------|-----------------|-----------|--------------|--------------------|-------|--------|--------|-----|------|-------------------|------|-----------|--|------------|
|            |              | Calhaus >20mm            | Cascalho 20-2mm | TFSA <2mm | Areia grossa | Areia fina         | Silte | Argila | global |     |      | partículas        |      |           |  |            |
| Símbolo    | cm           | %                        |                 |           |              | g kg <sup>-1</sup> |       |        |        | %   |      | t m <sup>-3</sup> |      | %         |  |            |
| A          | 0-20         | 1                        | 2               | 97        | 124          | 191                | 572   | 304    | 85     | 72  | 1,90 | 1,53              | 2,70 | 43        |  |            |
| Bt         | 20-50        | 0                        | 2               | 98        | 82           | 86                 | 400   | 518    | 343    | 34  | 0,80 | 1,74              | 2,53 | 31        |  |            |
| C          | 50-92        | 0                        | 4               | 96        | 80           | 65                 | 382   | 538    | 298    | 45  | 0,74 | 1,75              | 2,53 | 31        |  |            |

| Horizontes | pH (1:2,5) |     | Complexo Sortivo                   |                  |                 |                |         |                  |                | Valor V | m%                 | PST                 | C org | P  |
|------------|------------|-----|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|----------------|---------|--------------------|---------------------|-------|----|
|            | Água       | KCl | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Valor S | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> |         |                    |                     |       |    |
|            | IM         |     | cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> |                  |                 |                |         |                  |                | %       | g kg <sup>-1</sup> | mg kg <sup>-1</sup> |       |    |
| A          | 6,3        | 5,2 | 10,4                               | 4,2              | 0,17            | 1,56           | 16,3    | 0,0              | 3,19           | 19,5    | 84                 | 0                   | 1     | 15 |
| Bt         | 6,4        | 4,3 | 18,1                               | 15,7             | 1,15            | 0,12           | 35,1    | 0,0              | 3,49           | 38,6    | 91                 | 0                   | 3     | 6  |
| C          | 7,0        | 5,4 | 19,3                               | 20,3             | 2,65            | 0,17           | 42,4    | 0,0              | 0,50           | 42,9    | 99                 | 0                   | 6     | 5  |

| Horizontes | Pasta Saturada           |                 |         | Constantes Hídricas |                  |                 | Condutividade       |  | Fator "f" |
|------------|--------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|--|-----------|
|            | pH                       | C.E. do Extrato | Umidade | Umidade -33kPa      | Umidade -1500kPa | Água Disponível | Hidráulica Saturada |  |           |
|            | dS cm <sup>-1</sup> 25°C |                 |         | kg kg <sup>-1</sup> |                  |                 | cm h <sup>-1</sup>  |  |           |
| A          |                          |                 |         |                     | 0,215            | 0,075           | 0,140               |  |           |
| Bt         |                          |                 |         |                     | 0,310            | 0,169           | 0,141               |  |           |
| C          |                          |                 |         |                     | 0,349            | 0,178           | 0,171               |  |           |

Notas: ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Valor V – saturação por bases; m% - saturação por Al trocável; PST – Percentagem de sódio trocável.