

RÔMULO VINÍCIUS CORDEIRO CONCEIÇÃO DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS EM UMA TOPOCLIMOSSEQUÊNCIA NO
MACIÇO DE TRIUNFO - SERTÃO DE PERNAMBUCO**

Recife-PE

2009

RÔMULO VINÍCIUS CORDEIRO CONCEIÇÃO DE SOUZA

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS EM UMA TOPOCLIMOSSEQUÊNCIA NO
MACIÇO DE TRIUNFO - SERTÃO DE PERNAMBUCO

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

Orientador:

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Conselheiros:

Valdomiro Severino de Souza Junior, D. Sc.

Mateus Rosas Ribeiro Filho, D. Sc.

Recife - PE

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

S729c Souza, Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de
Caracterização de solos em uma topoclimos -
sequência no maciço de Triunfo - Sertão de Pernambuco /
Rômulo Vinícius Cor -
deiro Conceição de Souza. -- 2009.
79 f. : il.

Orientador : Mateus Rosas Ribeiro
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Univer --
sidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de
Agronomia.

Inclui anexo e bibliografia.

CDD 631.44

1. Solos - classificação
2. Brejos de altitude
3. Cambissolos
4. Topoclimossequência
5. Sertão
6. Pernambuco (BR)
 - I. Ribeiro,
 - II. Título

RÔMULO VINÍCIUS CORDEIRO CONCEIÇÃO DE SOUZA

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS EM UMA TOPOCLIMOSSEQUÊNCIA NO
MACIÇO DE TRIUNFO - SERTÃO DE PERNAMBUCO

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

Aprovada em 02 / 03 /2009

Examinadores:

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.
(orientador)

Lindomário Barros de Oliveira, D. Sc.

Marcelo Metri Corrêa, D. Sc.

Mateus Rosas Ribeiro Filho, D. Sc.

MENSAGENS

“Sabemos mais sobre o movimento dos corpos celestes do que sobre o solo sob os nossos pés.” Leonardo da Vinci

*“Apressa-te, ó Deus, em me livrar;
SENHOR, apressa-te em ajudar-me.” Salmo
70, 1*

*“Esperei com paciência
pelo Senhor, e ele se
inclinou para mim e ouviu o
meu clamor.” Salmo 40, 1*

“Eu vim de lá... de lá eu vim, não foi tão fácil chegar aqui!!!”

Esta dissertação é dedicada
à minha mãe, D. Rita, minha
fortaleza e razão de viver.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca ter me desamparado, sempre ter me dado vida e saúde para realizar meus sonhos.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, através do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela oportunidade de cursar e concluir o Mestrado em Ciência do Solo.

À Coordenação de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo fomento ao presente trabalho.

Ao professor Mateus Rosas Ribeiro, pela orientação, confiança, ensinamentos e exemplo de profissional dedicado à Ciência do Solo.

Ao professor Valdomiro Severino de Souza Junior, co-orientador do trabalho, pelo empenho, amizade, apoio e dedicação para tornar tudo realidade.

Ao professor Marcelo Metri Corrêa, por sempre auxiliar nas análises mineralógicas além de conselhos sempre bem-vindos.

Aos docentes que integram o PPGCS, pela amizade e valiosos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Joelito de Oliveira Rezende (CCAAB/UFRB), orientador durante a graduação, por ter me encaminhado pelos rumos da Ciência do Solo, exemplo de dedicação e amor a tudo que faz.

Ao Engenheiro Agrônomo José Fernando W. F. de Lima (Zeca) pela ajuda nas coletas, preparo das amostras, suporte no andamento dos trabalhos, disposição e amizade.

À professora Sheila Maria Bretas Bittar, pela realização das análises petrográficas além do auxílio nos estudos geológicos.

Um muito obrigado especial a Maria da Conceição e Milton César, companheiros de grupo de pesquisa, com os quais compartilhei quase toda vivência de laboratório e do trabalho, que com ajuda deles se tornou tranquilo e divertido.

Aos estagiários e bolsistas do programa de iniciação científica: Vilma Lima, Edivan Uchôa, Fábio Ferraz e Rafael Ferreira que ajudaram muito nas análises de rotina e mineralógicas.

Aos funcionários da Área de Solos, Maria do Socorro de Santana (Socorro), Severino dos Ramos Bastos (Seu Noca) e Josué, pelos tantos serviços prestados.

Aos funcionários responsáveis pelos laboratórios, Anacleto José da Fonseca Júnior e Sidrack Camilo, tanto pelo auxílio, como por facilitarem as análises.

Aos amigos Patrik Diogo (o mineiro), Laerte Amorim, Marise Marques, Carla Regine, Carol Malala, Thaís Emanuelle, Rosemberg Bezerra, Edivan Rodrigues, Welka Preston, André Suêdo, Luiz Guilherme, Leila Cruz, Luciana Remígio, que formaram minha turma, por me permitir partilhar um pouco das alegrias, tristezas, encantos e desencantos, nessa pequena passagem tão valiosa para as nossas vidas. Desejo sempre revê-los e continuar fazendo parte da vida de cada um de vocês!

Aos demais colegas do PPGCS pelos momentos de descontração, companheirismo e amizade.

À Unidade Acadêmica de Serra Talhada, especialmente ao diretor administrativo Geová Severo, que nos deu suporte fundamental nas viagens ao campo.

Aos amigos Renaldo Fernandes, Eron Junior, Lúcio Hare e João Paulo que foram companheiros de república, pelas inúmeras resenhas, conselhos, apoio e amizade.

A grande amiga Lícia Maria, que me ajudou a ingressar no curso de Agronomia e sempre compartilhou comigo a cumplicidade de uma amizade sincera.

A minha mãe, D. Rita, por ter me criado para o mundo, sempre me apoiando, confiando, compreendendo e, sobretudo, me amando.

A minha família que das mais diversas formas sempre esteve torcendo pelas minhas vitórias, me dando força e tendo orgulho dos meus feitos.

À Alexandra, pelos anos de convivência, cumplicidade e ajuda mútua, que soube compreender e aceitar minha decisão de ir para longe, com amor e carinho.

A todas as amizades que fiz em Recife, que me permitiram diminuir um pouco a saudade de casa, comum a todos que, como eu, saem para construir um futuro melhor para si próprios e para quem amam! Peço licença para nomear em especial: Cleu, Dinara, Juliana, Felipe, Marcelo, Simone, Patrícia, Bianca, Carol, Thiciano... e todos os demais que não caberiam nestas páginas! Sintam-se abraçados e contem sempre comigo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág
AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Caracterização de Cambissolos no Brasil.....	13
2.2 Clima como Fator de Formação dos Solos.....	15
2.3 O Maciço de Triunfo.....	17
2.4 Ocorrência e formação de caulinitas e Óxidos de ferro nos solos.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Seleção, Coleta e Preparo das Amostras de Solos.....	25
3.2 Análises Físicas.....	26
3.3 Análises Químicas.....	26
3.4 Extração de Ferro, Alumínio e Silício por DCB e Oxalato.....	27
3.5 Extração de Silício, Alumínio e Ferro por Ataque Sulfúrico.....	27
3.6 Análises Mineralógicas.....	28
3.7 Análises Petrográficas.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Morfologia e classificação dos solos.....	30
4.2 Atributos Físicos.....	35
4.3 Atributos Químicos	37
4.4 Ataque Sulfúrico.....	42
4.5 Ferro, Alumínio e Silício extraídos por DCB e Oxalato.....	44
4.6 Atributos Mineralógicos	49
4.6.1 Fração Areia.....	49
4.6.2 Fração Silte.....	50
4.6.3 Fração Argila.....	50
4.7 Petrografia.....	60
5 CONCLUSÕES.....	62
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....	63
ANEXOS.....	72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribuição esquemática de relevo, vegetação e precipitação no Maciço de Triunfo	17
Figura 2. Mapa com Localização das áreas estudadas	18
Figura 3. A. Temperaturas médias anuais dos três municípios onde se localizam os perfis estudados. B. Médias históricas de chuvas nos municípios de Serra Talhada e Triunfo	20
Figura 4. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do perfil de Serra Talhada (P1).	32
Figura 5. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do perfil de Santa Cruz da Baixa Verde (P2).	33
Figura 6. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do perfil de Triunfo (P3)	34
Figura 7. Difrátogramas de raios X da fração areia dos solos estudados (lâminas não-orientadas)	53
Figura 8. Difrátogramas de raios X da fração silte dos solos estudados (lâminas não-orientadas)	54
Figura 9. Difrátogramas de raios X da fração argila pó dos solos estudados (lâminas não-orientadas).	55
Figura 10 Difrátogramas de raios X do concentrado de óxidos dos solos estudados	56
Figura 11 Difrátogramas de raios X da fração argila saturada com K a temperatura ambiente dos solos estudados	57
Figura 12 Difrátogramas de raios X da fração argila saturada com K após aquecimento a 550°C dos solos estudados	58
Figura 13 Difrátogramas de raios X da fração argila saturada com MgCl ₂ e sovatadas com etileno-glicerol dos horizontes superficiais e diagnósticos dos solos estudados	59

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Atributos morfológicos dos solos estudados	31
Tabela 2. Atributos físicos dos solos estudados	36
Tabela 3. Atributos Químicos dos Perfis estudados	38
Tabela 4. Teores de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 extraídos na TFSA pelo ataque sulfúrico	43
Tabela 5. Teores de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 extraídos na TFSA obtidos por extrações sucessivas de ditionito-citrato-bicarbonato e extração única de oxalato de amônio e demais índices mineralógicos	45
Tabela 6. Descrição simplificada das amostras de rochas retiradas nos perfis estudados	61

RESUMO

SOUZA, Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Março de 2009. **CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS EM UMA TOPOCLIMOSSEQUÊNCIA NO MACIÇO DE TRIUNFO – SERTÃO DE PERNAMBUCO**. Orientador: Mateus Rosas Ribeiro. Conselheiros: Valdomiro Severino de Souza Junior e Mateus Rosas Ribeiro Filho.

Os Brejos de Altitude nordestinos constituem uma disjunção da Mata Atlântica, formando ilhas de floresta úmida em plena região semi-árida, tendo uma condição climática bastante atípica, favorecida pela ocorrência de chuvas orográficas, com precipitação pluvial que pode atingir valores superiores a 1200 mm por ano. No Estado de Pernambuco a maioria dos estudos em áreas de Brejo de Altitude abrangem os aspectos botânicos e faunísticos, sendo, portanto, importante a realização de estudos para caracterização dos recursos edáficos. Com intuito de estudar os solos de Brejos de Altitude no Sertão Pernambucano e avaliar a influência dos diversos fatores pedogenéticos, principalmente o clima, na sua formação e evolução, foi feita a caracterização morfológica, física, química e mineralógica de três perfis no maciço de Triunfo, em diferentes altitudes, localizados nos municípios de Serra Talhada (P1), Santa Cruz da Baixa Verde (P2) e Triunfo (P3), formando uma topoclimossequência. Os perfis estudados apresentam características morfológicas semelhantes, mostrando certa similaridade, relacionada com o pequeno grau de desenvolvimento pedogenético, principalmente nos perfis P3 (Triunfo) e P2 (Santa Cruz), que foram classificados, respectivamente, como Cambissolo Háplico Tb Eutrófico latossólico e Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico. O perfil P1 (Serra Talhada) apresentou menor teor de argila e acentuado gradiente textural, sendo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto cambissólico. Os resultados permitem afirmar que todos os solos deste estudo são oriundos de rochas sieníticas e foram, pelo menos em parte, formados na parte superior da topoclimossequência (Triunfo), onde sofreram um pré-intemperismo, e foram transportados para os pontos mais baixos. O perfil de Triunfo, ponto mais úmido, apresentou o maior grau de desenvolvimento em relação aos demais perfis estudados. O clima, atuando principalmente pelo maior grau de umidade, não foi, entretanto, o único fator de

formação responsável pela variação dos solos ao longo da topoclimosequência, devendo-se ressaltar, também, a influência do material de origem e o relevo. A textura mais arenosa e o gradiente textural da superfície do perfil 1 foram provavelmente, consequência da variação na composição do material de origem, devido à sua posição topográfica, que facilita o depósito de materiais diversos das posições mais elevadas. O ataque sulfúrico, bem como a difratometria de raios X indicaram a dominância da mineralogia caulínica em todos os solos estudados. O perfil de Serra Talhada apresentou caráter distrófico, provavelmente por causa da influência de materiais graníticos, mais pobres em alguns elementos básicos.

ABSTRACT

SOUZA, Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Março de 2009. **CHARACTERIZATION OF SOILS ALONG A TOPOCLIMOSEQUENCE IN TRIUNFO MOUNTAIN - SEMI-ARID OF PERNAMBUCO STATE.** Advisers: Mateus Rosas Ribeiro, Valdomiro Severino de Souza Junior e Mateus Rosas Ribeiro Filho.

High altitude forest in mountain of Northeast Brazil are islands of the Humid Atlantic forest in the middle of semi-arid region, with an atypical climatic condition, improved by the occurrence of orographic precipitations that can reach more than 1200mm per year. In Pernambuco state scientific studies in these humid sites were only related to botanic and biological aspects, with very little information about soils. Therefore it is important the development of studies on soil characterization and genesis aiming to support actions for the sustainable management of these areas and the reclamation of degraded sites. Aiming to study the soils of the humid mountains in the semi-arid of Pernambuco state and to evaluate the influence of the several soil forming factors, mainly climate, in their morphological development, physical, chemical and mineralogical characterization of 3 soil profiles was carried out in Triunfo Mountain, at different levels of altitude. The soil profiles were located at the municipalities of Serra Talhada (P1), Santa Cruz da Baixa Verde (P2) and Triunfo (P3), along a moisture gradient (topoclimosequence). The soils showed some morphological similarities related to the small degree of development, particularly soil profile P3 (Triunfo) and P2 (Santa Cruz), classified respectively, as Latossolic Tb Eutrophic Haplic Cambisol and Typic Tb Eutrophic Haplic Cambisol (according to Brazilian Soil Classification System). Soil profile P1 (Serra Tallhada) showed small clay content and greater clay gradient being classified as cambic abruptic Distrophic Red Yellow Argisol. The results showed that all studied soils were pre-weathered, at least partially, in the upper part of the climosequence (Triunfo) and transported to the lower positions. The soil of Triunfo, with the highest rainfall levels, showed higher degree of development, than the others. Climate however was not the only soil forming factor responsible for soil variation along the sequence. The petrographic analysis concluded that the soil parent materials showed different compositions, even belonging to the same

batholit and were associated with sienites, particularly in Serra Talhada. The sandier texture and textural gradient of this profile can be related to differences in parent materials, due to the topographic position, which favors the presence of transported materials from upper positions. Mineralogical analysis showed a dominance of kaolinite in the clay fraction. The influence of granitic rocks in parent material of Serra Talhada soil is responsible for the dystrophic character.

1 INTRODUÇÃO

O domínio da Caatinga ocupa uma área de 1.037.517,80 km², sob as latitudes subequatoriais, compreendidas entre 2° 45' e 17° 21' LS. Sua área corresponde a 70% da região Nordeste e a 13% do território brasileiro, pertencendo ao denominado Polígono das Secas, que engloba os estados nordestinos do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, além da região norte do Estado de Minas Gerais. A cobertura vegetal é representada por formações xerófilas e caducifólias – as caatingas – muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas (Alves, 2007).

No vasto território dos sertões secos, onde imperam climas muito quentes, chuvas escassas, periódicas e irregulares, vivem aproximadamente 23 milhões de brasileiros. Trata-se, sem dúvida, da região semi-árida mais povoada do mundo (Ab'Saber, 2003).

Em meio às condições de aridez, são observadas "ilhas de umidade" e vegetação exuberante, os chamados "Brejos de Altitude", que quebram a monotonia das condições físicas e geológicas dos sertões. Nessas ilhas, é possível produzir quase todos os alimentos e frutas peculiares aos trópicos. Os Brejos de Altitude Nordestinos representam uma disjunção da Mata Atlântica, formando ilhas de floresta úmida em plena região semi-árida, tendo uma condição climática bastante atípica (Andrade-Lima, 1982; Tabarelli e Santos, 2004).

Essas florestas são circundadas pela região semi-árida, onde a precipitação média anual não ultrapassa 900 mm (Lins, 1989), associadas à ocorrência de planaltos e chapadas entre 500 e 1.100 m de altitude, permitindo a ocorrência de chuvas orográficas, que faz a precipitação pluviométrica atingir valores superiores a 1200 mm por ano (Andrade-Lima, 1960). Os brejos de altitude possuem, portanto, condições privilegiadas quanto à umidade do solo e do ar, temperatura e cobertura vegetal, quando comparados à região semi-árida circundante (Andrade-Lima, 1966).

Essas condições privilegiadas têm atraído a atenção de agricultores, na sua maioria pequenos proprietários de terras, além de criadores de pequenos e médios animais, e mais recentemente da atividade do turismo, que em conjunto

formam a base da estrutura sócio-econômica dessa disjunção de Mata Atlântica.

No Estado de Pernambuco a maioria dos estudos em áreas de Brejo de Altitude abrangem os aspectos botânicos e faunísticos, como aqueles realizados por Rodal et al. (2005), Ferraz e Rodal (2006) e Silva et. al. (2007). Apesar da importância desses aspectos para a caracterização e conservação deste ambiente, ressalta-se a importância da realização de estudos para caracterização física, química, morfológica e mineralógica dos solos, visando compreender os processos relacionados à sua gênese. Essas informações constituirão a base dos conhecimentos para subsidiar o emprego de técnicas para o uso e manejo sustentável desses solos, além de integrar uma base de dados que poderá auxiliar futuros planos de recuperação de áreas degradadas.

Com o intuito de estudar solos de Brejos de Altitude no Sertão Pernambucano e avaliar a influência dos diversos fatores pedogenéticos, principalmente o clima na sua formação e evolução, foi feita a caracterização morfológica, física, química e mineralógica de três perfis na região do maciço de Triunfo, com altitudes diferentes, constituindo uma topoclimossequência.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização de Cambissolos no Brasil

Os solos estudados são Cambissolos ou possuem características desta classe, que se define como solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer um dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos ou Gleissolos. Tem seqüência de horizontes A, H ou O, Bi e C, com ou sem R (EMBRAPA, 2006).

São bastante diversificados, variando de rasos a muito profundos, bem a imperfeitamente drenados, com ou sem pedregosidade e com argilas de atividade alta ou baixa. São solos com potenciais variados, com baixa a alta fertilidade natural, podendo apresentar limitações em função da deficiência de fertilidade, pequena profundidade efetiva, riscos de salinização e/ou

sodificação, pedregosidade e/ou rochoso, relevo movimentado e deficiência hídrica (Burgos *et al.*, 1998).

Oliveira (1993), ao trabalhar com a caracterização físico-hídrica e interpretação para manejo de Cambissolos representativos na microrregião Campos da Mantiqueira (MG), sob exploração agropecuária, caracterizada por baixo nível tecnológico, concluiu que os mesmos constituem ambientes bem distintos, principalmente em relação às suas propriedades físicas e mineralógicas. Os Cambissolos originados de rochas pelíticas pobres formam os ambientes mais restritivos ao uso agrícola.

Almeida *et al.* (1997), caracterizando quatro Cambissolos originados de rochas pelíticas sob clima mesotérmico úmido (Thornthwaite) com precipitação e temperatura média de 1600 mm e 15 °C, respectivamente, em Santa Catarina, constataram que a mineralogia é bastante similar entre eles, sendo composta de caulinita (dominante), além de micas (ou ilitas), argilominerais 2:1 com ou sem polímeros de hidróxi-alumínio entrecamadas, interestratificados e quartzo. Os solos estudados eram argilosos, ácidos, com baixa soma e saturação por bases, apresentando elevados teores de Al trocável. Destacaram, ainda, que a presença de micas (ou ilitas), interestratificados mica-vermiculita ou mica-esmectita, esmectita, vermiculita e vermiculita com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas na fração argila, assim como de micas nas frações areia e silte, pode ser tomada como indicativo de menor grau de evolução dos solos. Concluíram finalmente que as características encontradas nos perfis estudados são reflexos das condições climáticas (alta precipitação e variação de temperatura).

Em um trabalho com Cambissolos desenvolvidos de calcário da Chapada do Apodi (RN), Lemos (1989), fez a caracterização física, química e mineralógica de perfis de Cambissolo modal e Cambissolo vértico. Com base nos dados obtidos, foram estabelecidos critérios simples para distinguir estes Cambissolos, que podem servir como suporte básico para a definição de práticas de uso e manejo mais adequadas a cada um, visando o melhor desenvolvimento das culturas e menor deterioração de um ecossistema, por natureza, instável. A autora concluiu que variações locais da posição dos solos na paisagem, condicionam uma hidrossequência com propriedades físicas e mineralógicas contrastantes; o Cambissolo modal (limitado pela deficiência de

água e susceptibilidade à erosão) e o vértico (com risco de encharcamento e dificuldade de mecanização agrícola) requerem manejo diferenciado. Também concluiu a que adubação fosfatada corretiva torna-se imprescindível para assegurar uma maior produtividade das culturas e que cor, textura, fendilhamento quando seco, além da posição do solo na paisagem, são atributos facilmente identificáveis no campo, que podem ser usados para transferência de conhecimentos.

Por sua vez, Marques (2004), concluiu que a diversidade e o posicionamento dos Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha estão diretamente relacionados com o material parental e o relevo. Assim, os Cambissolos derivados de rochas básicas, apresentam propriedades morfológicas, físicas e químicas favoráveis à utilização agrícola. Por outro lado, àqueles formados a partir do intemperismo dos fonolitos (materiais magmáticos mais ácidos) são quimicamente pobres, inclusive com teores crescentes de alumínio em profundidade.

Em Pernambuco, os Cambissolos ocupam áreas pouco expressivas, desde a zona fisiográfica do Litoral e Mata, até a do Sertão. Na zona do Litoral e Mata, ocorrem principalmente nos ambientes de várzeas menos úmidas, associados a Solos Aluviais e Gleissolos. Na região do Agreste, ocorrem em algumas serras. No Sertão distribuem-se nos sedimentos aluvionares, na Serra de Triunfo, em áreas dissecadas por vales na bacia do Jatobá, e em diversos pontos isolados das áreas cristalinas onde ocorrem calcários e/ou outras rochas (Burgos *et al.*, 1998).

2.2 Clima como Fator de Formação dos Solos

Os processos pedológicos são inicialmente conduzidos por fatores diretamente ligados às propriedades da rocha mãe: mineralogia, estrutura e textura. São dirigidos também por condições ambientais (pluviosidade, temperatura, topografia, circulação de água), vegetação e uso da terra (Soubrand-Colin, 2006).

Os fatores que controlam a ação do intemperismo são: o clima, que se expressa na variação sazonal da temperatura e na distribuição das chuvas; o relevo, que influi no regime de infiltração e drenagem das águas pluviais; a

fauna e flora, que fornecem matéria orgânica para reações químicas e remobilizam materiais; o material de origem, que, segundo sua natureza, apresenta resistência diferenciada aos processos de alteração intempérica e, finalmente; o tempo de exposição da rocha aos agentes intempéricos (Teixeira et al., 2003)

Jenny (1941) considerou estes fatores de formação do solo como variáveis independentes, assim, as propriedades do solo seriam então variáveis dependentes da ação conjunta destes fatores.

O clima é um dos mais ativos fatores de formação do solo, pois age diretamente na transformação do material de origem. A temperatura, que é um dos elementos do clima, possui relação direta e positiva com a velocidade das reações químicas que se processam no solo. Com o aumento da temperatura tem-se também uma aceleração do processo de transformação da rocha em solo. A precipitação também é um elemento fundamental no processo de formação dos solos. Em condições de elevada disponibilidade de água, tem-se, de maneira geral, solos mais evoluídos do que em condições de baixa precipitação (Ribeiro *et al.*, 2006).

O clima normalmente é considerado em termos de temperatura e precipitação, seja em escala local, regional ou global. Médias anuais destes parâmetros são dados comumente utilizados como uma base para a interpretação dos fatores de formação (Chesworth, 2008).

Variações locais no clima (microclimas) permitem evidenciar a influência do fator climático na formação dos solos dentro de áreas relativamente pequenas. Entretanto, a magnitude do controle climático sobre a formação dos solos pode ser melhor observada através de uma comparação global (Buol *et al.*, 1973).

A modelagem da paisagem também é condicionada pelo fator climático, principalmente pela erosividade da chuva, isto é, pelo seu poder intrínseco de causar erosão (intensidade, frequência e duração). Esses processos erosivos naturais provocam a remoção de materiais provenientes de solos e/ou rochas de áreas situadas em cotas mais elevadas, sedimentando-os nas áreas mais baixas. Quando a vegetação natural é retirada, quebra-se o equilíbrio existente e o processo de remoção e sedimentação dos materiais é acelerado (Ribeiro *et al.*, 2006).

Uma climossequência refere-se à variação das propriedades do solo em função dos regimes de umidade e temperatura que moldam continuamente a paisagem. Exemplos de climossequência são mais frequentemente estudados em áreas montanhosas, onde a temperatura decresce numa média de 6 °C a cada 1000m de elevação e a precipitação usualmente aumenta (Buol *et al.*, 1973).

2.3 O maciço de Triunfo

Nas superfícies mais elevadas que fazem parte do Planalto da Borborema sobressaem-se pequenos setores onde a altitude e a disposição geográfica influem sobre o clima, permitindo a maior retenção de umidade e condições mais amenas, diferentes da condição da área sertaneja (Figura 1).

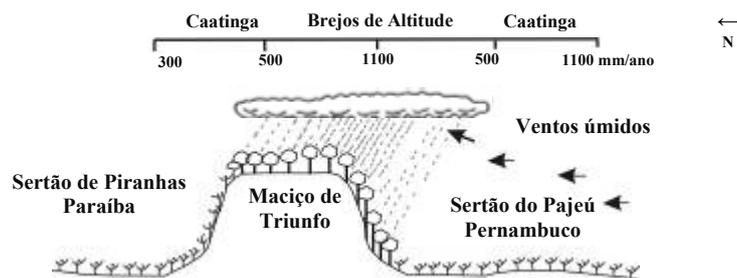


Figura 1 – Distribuição esquemática de relevo, vegetação e precipitação no Maciço de Triunfo (Modificado de Tabarelli e Santos, 2004)

O maciço de Triunfo, no Sertão Pernambucano, compreende uma das áreas de brejo de altitude do Estado, abrangendo os municípios de Triunfo, Santa Cruz da Baixa Verde e Serra Talhada, na região do Vale do Pajeú (Figura 2).

A cidade de Triunfo situa-se nas coordenadas 7° 50' S e 38° 06' W, com altitude de 1034 m, distante 442 km de Recife. Santa Cruz da Baixa Verde (07°49' S e 38°09' W) situa-se a uma altitude de 850 metros, distando 450 km de Recife, e Serra Talhada está localizada nas coordenadas 07°59' S e 38°17' W, numa altitude de 439 m, distante 415 km de Recife (IBGE, 2007).

O município de Triunfo, graças às condições de umidade elevada, é intensamente explorado com agricultura em pequenas propriedades, onde se

cultiva principalmente cana-de-açúcar para a produção de cachaça e rapadura, além de feijão, café e fruteiras. Santa Cruz da Baixa Verde corresponde ao ponto intermediário no maciço, ainda com características de brejo de altitude, mas com menor grau de umidade. O uso das terras assemelha-se em parte ao de Triunfo, com o cultivo de cana-de-açúcar para produção de rapadura e cachaça, fruteiras, feijão, milho, além da criação de pequenos animais. Por sua vez, em Serra Talhada, área de caatinga, os cultivos se restringem a culturas de subsistência de feijão e milho, na época das chuvas, e plantio de palma forrageira para servir de alimento às criações de caprinos, ovinos e bovinos, devido às condições climáticas desfavoráveis (CPRM, 2005).

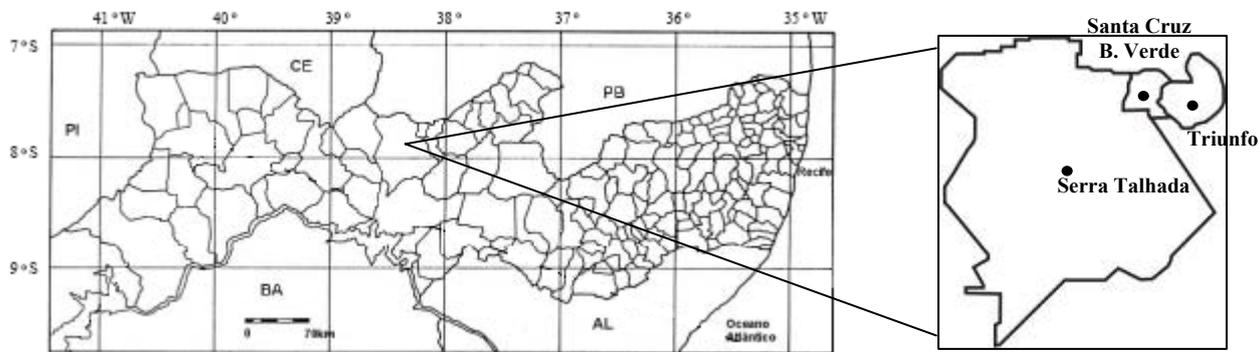


Figura 2 – Localização das áreas estudadas (adaptado de Oliveira et al., 2003)

O relevo neste ambiente varia de fortemente ondulado a montanhoso, com vales em forma de “V” (BRASIL, 1972). A geologia da área é formada por uma suíte ultrapotássica/peralcalina de idade neoproterozóica superior, evento brasileiro (por volta de 500 milhões de anos), constituída pelas seguintes litologias: alcalifeldspato sienito, alcalifeldspato granito, quartzo sienito e quartzo monzonito com proporções variadas de biotita, hornblenda e piroxênio (CPRM, 2001). Esta suíte constitui o conhecido Batólito de Triunfo, estudado por Ferreira e Sial (1986), que ocupa uma área de cerca de 600 km². Os autores sugerem que estas rochas teriam se formado a partir de um magma básico alcalino, que passou por um intenso fracionamento de piroxênio no estágio inicial.

Em relação ao clima, no município de Triunfo, no topo do maciço montanhoso, é do tipo Cw’a, segundo a classificação de Köppen, clima mesotérmico, com inverno seco e verão chuvoso, com média de temperatura mínima de 12 °C e máxima de 30 °C. Apresenta período de cinco meses secos,

os maiores valores de pluviometria ocorrem nos meses de fevereiro, março e abril, com precipitação média anual de 1230 mm (MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1973; LAMEPE/ITEP, 2009). A região de Serra Talhada, na depressão circundante, tem clima BSw'h', muito quente e semi-árido tipo estepe, com temperatura do mês mais frio superior a 18°C e chuvas de verão-outono. O período chuvoso se inicia em novembro, com término em abril. A precipitação média anual é de 639 mm (LAMEPE/ITEP, 2009). O Município de Santa Cruz da Baixa Verde apresenta-se numa condição intermediária, apresentando ambas as condições climáticas nas áreas limítrofes com os demais municípios.

Em Serra Talhada a vegetação característica é a caatinga hiperxerófila, constituída principalmente por leguminosas, euforbiáceas, bromeliáceas e cactáceas. Nos pontos mais altos do relevo, a caatinga apresenta-se arbórea ou arbóreo-arbustiva, passando a arbustiva nas partes mais baixas, com a intensificação das atividades antrópicas (Agbenin e Tiessen, 1994). A caatinga se caracteriza pela presença de folhas pequenas e espinhos, tendo na caducidade foliar a forma mais comum de resistência à carência hídrica. O componente herbáceo é formado por espécies anuais de grande importância na época chuvosa, mas de pouca relevância no contexto geral.

As florestas semidecíduas ou subcaducifolias são predominantes em Triunfo e ocorrem em parte de Santa Cruz da Baixa Verde. A floresta subcaducifólia é uma formação mesófila, com porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) que apresenta como característica importante, a perda das folhas de parte significativa de seus componentes, notadamente do estrato arbóreo, em determinadas épocas do ano (BRASIL, 1973).

Segundo EMBRAPA/CNPS (2001; 2006) os solos de maior representatividade encontrados no maciço são: Argissolos, Neossolos e Cambissolos (Triunfo); Neossolos, Cambissolos e Argissolos (Santa Cruz da Baixa Verde); Planossolos, Neossolos, Luvissolos e Cambissolos (Serra Talhada). Os Cambissolos, entretanto, são os solos dominantes em Triunfo e Santa Cruz da Baixa verde.

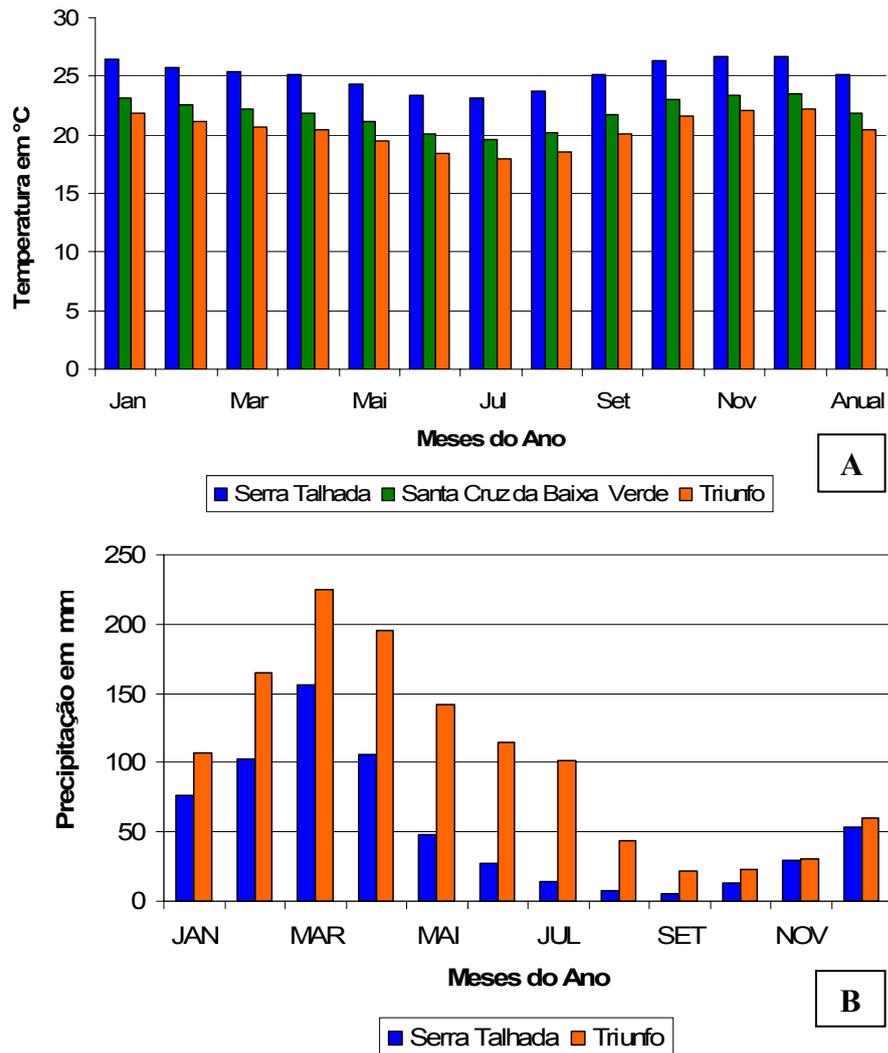


Figura 3 – A. Temperaturas médias anuais dos três municípios que compõe o Maciço de Triunfo. **B.** Médias históricas de chuvas nos municípios de Serra Talhada e Triunfo (Fonte: LAMEPE/ITEP, 2009).

2.4 Ocorrência e formação de caulinitas e óxidos de ferro nos solos

A caulinita de fração menor que 2µm é o argilomineral mais abundante e comum nos solos brasileiros, ocorrendo em praticamente todas as classes. Está presente em Latossolos, Nitossolos, Argissolos, Plintossolos, e Cambissolos, desde que haja remoção parcial de cátions básicos e de sílica. O processo de dessilicização parcial, dominante em regiões de clima quente e úmido, favorece a formação e estabilidade da caulinita (monossilicização) nos solos (Kämpf e Curi, 2003).

Pela presença de argilas do grupo das caulinitas, esses solos, geralmente, apresentam baixo pH, baixa disponibilidade de P e de outros

elementos (nutrientes) necessários para o desenvolvimento da planta, alta fixação de P e toxicidade por Al^{3+} , baixa CTC, entre outras características ou propriedades relacionadas, direta ou indiretamente, com a mineralogia predominantemente caulínica (Corrêa *et al.*, 2008a).

A alta frequência de ocorrência de caulinita nos solos deve-se em parte à possibilidade da sua formação a partir de muitos minerais diferentes. São argilominerais produtos do intemperismo ácido, onde se prevê uma expressiva retirada de sílica e bases do sistema. No estudo de depósitos de sedimentos do Grupo Barreiras, Melo *et al.* (2001a) observaram que a caulinita é o principal mineral da fração argila, podendo atingir teores acima de 950 g kg^{-1} em profundidade.

A ocorrência de caulinitas em solos carbonáticos ou com altos teores de cálcio na Chapada do Apodi (RN), entretanto, sugere que a lixiviação de bases é menos importante, sendo fundamental a diminuição da sílica disponível, com ou sem perda de bases (Resende *et al.*, 2005).

Minerais do grupo das caulinitas são compostos de lâminas de octaedros de Al^{3+} e tetraedros de Si^{2+} numa relação 1:1. A caulinita, haloisita e, menos comumente, a dickita e nacrita são aluminossilicatos de estrutura 1:1, com a mesma composição, e por isso são referidas de forma genérica como grupo das caulinitas (ou caulins). Estes minerais normalmente possuem baixa superfície específica e capacidade de troca de cátions e ânions. O número e os tipos de íons octaedrais são importantes critérios para separar os minerais do grupo (DIXON, 1989).

Solos caulínicos geralmente apresentam baixa reserva de nutrientes, o que está de acordo com a composição ideal da caulinita, $Al_2Si_2O_5(OH)_4$, cuja configuração estrutural não admite a presença de cátions maiores, como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Todavia, caulinitas podem apresentar resíduos do seu mineral fonte em proporção não detectável em DRX, como observado em trabalhos com sedimentos do Grupo Barreiras, onde foram encontrados teores de micas (K^{2+} e Mg^{2+}) na fração silte e argila em diferentes profundidades (Melo *et al.*, 2002a).

Os óxidos de ferro no solo são constituídos, em sua maioria, de produtos de neoformação, provenientes da alteração de sedimentos e materiais de solo. Esses óxidos formam-se sob a influência de diversos fatores

ambientais (temperatura, umidade, teor de matéria orgânica, pH e Eh, entre outros) e, em consequência, refletem as condições de pedogênese sob as quais eles teriam sido cristalizados (Schwertmann, 1966; Schwertmann, 1985; Schwertmann e Taylor, 1989; Cornell e Schwertmann, 1996).

O Brasil é um dos países com maior extensão de solos com significativa quantidade de óxidos de ferro. Por isso, desde os primórdios dos esboços de classificação de solos no país, já se tomavam os teores de ferro determinados pelo ataque sulfúrico como critérios para discriminar Latossolos como alto e médio teor de ferro (Oliveira, 2008).

A concentração de óxidos de ferro em solos, que pode variar entre <1 e $> 500 \text{ g kg}^{-1}$, e está relacionada com o material de origem, com o grau de intemperização e com processos pedogenéticos de acumulação ou remoção (Kämpf e Curi, 2001).

Os óxidos de Fe, principalmente hematita e goethita, estão intimamente relacionados com os fenômenos de estruturação e agregação dos solos, podendo conferir-lhes características desejáveis, tais como maior permeabilidade à água e maior resistência à erosão. Podem, ainda, estar vinculados a outras propriedades dos solos, como a cor, capacidade de troca catiônica e aniônica (CTC e CTA), fixação de P e de metais pesados, dentre outras. A cor mostra-se a mais visível e utilizada para caracterizar e diferenciar os solos (Corrêa *et al.*, 2008b).

O principal agente controlador do equilíbrio entre goethita e hematita no solo é a atividade da água. Quando a atividade da água é pequena, a hematita torna-se o óxido de ferro predominante. O aumento da atividade da água propicia o aumento na participação da goethita (Duarte *et al.*, 2000).

A goethita é formada sob baixa temperatura e alta umidade do solo, onde a formação de hematita é suprimida em favor da goethita, uma vez que o acúmulo de compostos orgânicos impedem a formação de ferrihidrita. Nestas condições, mesmo sendo formada, a ferrihidrita tem sua desidratação retardada pela baixa temperatura, o que favorece sua transformação à goethita via processo de dissolução-precipitação (Inda Junior, 2002). Esse caminho envolve a transformação de ferrihidrita, onde íons de Fe^{2+} são rapidamente oxidados na presença de inibidores de cristalização os quais formam ferrihidrita ao invés de goethita como precipitado primário. Com o tempo a ferrihidrita se

transforma em goethita via solução, o que é controlado principalmente pelos teores de matéria orgânica no solo. (Cornell e Schwertmann, 1996)

A formação da hematita é favorecida em ambientes bem drenados, onde as águas são constantemente renovadas (Melfi e Volkoff, 1979). Ela é formada a partir do seu precursor necessário, a ferrihidrita, por uma reação no estado sólido. Através de um processo de desidratação e rearranjo no interior dos agregados individuais de ferrihidrita, ocorre a nucleação e crescimento de cristais individuais de hematita, sendo o tamanho dos cristais de hematita proporcional ao tamanho do agregado de ferrihidrita (Kämpf e Curi, 2001).

A distribuição de hematita (Hm) e goethita (Gt) nos solos é bastante variável. Os principais fatores que favorecem a formação de Gt, em detrimento à Hm no solo e, portanto, que concorrem para a relação $Gt/(Gt+Hm)$ são os menores teores de ferro no material de origem, as baixas temperaturas, o maior grau de umidade e teor de matéria orgânica e os valores de pH mais baixos (Melo *et al.*, 2001).

Solos com associação de goethita e hematita encontram-se em zonas equatoriais e tropicais do país, sempre que o escoamento da água tem sua velocidade diminuída, enquanto que os solos unicamente com goethita ocorrem, geralmente, nas zonas de clima equatorial super-úmido da Amazônia e tropical úmido do litoral da Bahia e do Espírito Santo, além de ocorrerem também, nas regiões semi-áridas do nordeste, caracterizadas pela baixa umidade dos solos. Nas regiões mais frias, de altitudes mais elevadas, onde há uma importante acumulação de matéria orgânica, os processos evolutivos caracterizam uma hidrólise ácida ou acidólise, e a goethita se sobrepõe à hematita nas partes superficiais dos níveis de alteração (Melfi e Volkoff, 1979).

A identificação dos óxidos de ferro pode ser feita diretamente por métodos de difração de raios X (Cornell e Schwertmann, 1996) ou inferida pela quantificação de formas extraíveis de ferro em amostras de solo ou na fração argila (Gianluppi, 1979; Espírito Santo, 1988; Kämpf, 1988). Outra forma é a visualização pelo efeito pigmentante que imprimem no solo, refletidas em matizes brunas, amareladas ou avermelhadas, conforme o tipo ou associações de tipos de óxidos de ferro presentes no solo (Inda Junior, 2002).

A relação entre os teores do elemento Fe extraído com oxalato ácido de amônio e com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Feo/Fed) vem sendo

usada como índice qualitativo do grau de cristalinidade dos óxidos (Kämpf, 1988). Isso porque os valores de Feo correspondem à fase não cristalina do solo, que pode ser exemplificada como, óxidos de ferro jovens que ainda não tiveram tempo ou condições para cristalizarem-se em hematita ou goethita (Coelho e Vidal-Torrado, 2003).

Diversos autores destacam que uma relação Feo/Fed $>0,05$ indica no solo uma grande proporção de ferro não cristalino ou amorfo enquanto a relação Feo/Fed $<0,05$ evidencia o predomínio de ferro cristalino (Coelho e Vidal-Torrado, 2003; Tremocoldi, 2003; Schwertmann e Kämpf, 1983; Pombo et al., 1982).

Andrade et al. (1997) fez uma compilação sobre o perfil de distribuição das várias formas de óxidos de ferro e de alumínio a partir de estudos de McKeague e Day (1966); Blume e Schwertmann (1969), Kämpf (1988), Kämpf e Schwertmann (1983); Kämpf et al. (1988); Schwertmann e Taylor (1989) e resultados corroboraram o encontrado em seu estudo, onde segundo ele, a razão de atividade ou cristalinidade (Feo/Fed), geralmente, decresce em profundidade no solo, indicando que existe uma maior proporção de óxidos “livres” nas formas mais cristalinas em sub-superfície. O maior teor de compostos orgânicos próximo à superfície atua como inibidor da cristalização dos óxidos, como também, a quantidade total de óxidos pode ser influenciada pelo tipo de material de origem. Solos desenvolvidos de materiais com influência de rochas máficas contêm teores mais elevados de óxidos que solos derivados de rochas de natureza mais ácida.

Tais relações, apesar de não serem definidas como características diferenciais para distinção taxonômica de solos, como o são os índices ki, kr e a relação silte/argila, são freqüentemente utilizadas na avaliação do grau de pedogênese em várias classes de solos (Pereira e Anjos, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Seleção e coleta dos perfis e preparo das amostras de solos

A escolha dos locais para a coleta dos perfis foi feita em visitas preliminares e em observância ao gradiente de altitude e umidade, este com base na observação da vegetação e do uso atual. A seleção dos pontos para a abertura das trincheiras foi feita por meio de tradagens e consultas a mapas geológicos, na tentativa de uniformizar, dentro do possível, o relevo e o material de origem.

Em Serra Talhada, o perfil selecionado (P1) encontrava-se sob vegetação de caatinga, de formação secundária, no sopé de uma montanha ligada ao Maciço de Triunfo, situando-se a 490 metros de altitude, nas coordenadas de 07° 54' S e 38° 14' W. A vegetação local tinha porte arbóreo-arbustivo baixo e, segundo informações do proprietário da área, os cultivos foram abandonados a mais de 30 anos naquele ponto.

Os demais perfis estudados foram localizados em áreas cultivadas. Em Santa Cruz da Baixa Verde, o perfil (P2) estava situado em meia encosta com forte declividade (25%), em uma área cultivada com milho, feijões guandu e macassar, mandioca e algumas fruteiras (pinha, seriguela e caju), com altitude de 774 metros e coordenadas de 07°52' S e 38°10' W. Em Triunfo, a área do perfil (P3) estava sendo preparada para novo cultivo de cana-de-açúcar, situada em meia encosta com declive acentuado (16%), nas coordenadas de 07° 50' S e 38° 05' W, com altitude de 987 metros.

As descrições dos perfis e a coleta das amostras por horizonte foram realizadas conforme as recomendações do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Santos *et al.*, 2005). Foram coletadas amostras deformadas de todos os horizontes dos perfis e amostras indeformadas de horizontes selecionados.

As amostras coletadas foram enviadas para o galpão de solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foram secas ao ar, pesadas, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para obtenção da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), seguindo posteriormente para os laboratórios, onde foram efetuadas as

determinações analíticas.

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

3.2 Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UFRPE. Os métodos utilizados foram aqueles preconizados pela Embrapa (1997) e granulometria segundo Ruiz (2005).

Foram determinados: composição granulométrica, com o uso do dispersante hexametáfosfato de sódio, e a argila dispersa em água, pelo método da pipeta; densidade do solo, pelo método do anel volumétrico e do torrão parafinado, quando necessário; densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico; relação silte/argila, pela razão entre os valores de argila total e do silte obtidos na análise granulométrica; e porosidade total, calculada por meio das densidades do solo e das partículas.

3.3 Análises Químicas

As análises químicas foram também realizadas de acordo Embrapa (1997), nos Laboratórios de Química e de Fertilidade do Solo da UFRPE.

Determinou-se o pH em água e KCl 1mol L⁻¹, na relação 1:2,5 de solo:solução. O teor de carbono orgânico foi determinado por meio da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) 0,4 mol L⁻¹ em meio sulfúrico com aquecimento em chapa e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹. O potássio e sódio trocáveis foram determinados por fotometria de chama, após extração com HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹.

¹ (Mehlich-1), enquanto no extrato obtido de KCl 1 mol L⁻¹, determinou-se o cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica e o alumínio trocável por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ em presença do indicador azul de bromotimol. A acidez potencial (Al + H) foi avaliada por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0. O fósforo disponível foi determinado por colorimetria, usando ácido ascórbico como redutor, no mesmo extrato utilizado para determinação de sódio e potássio (Melich – 1).

3.4 Extração de ferro, alumínio e silício por Ditionito-Citrato-Bicarbonato (DCB) e Oxalato

As formas de ferro de melhor e pior cristalinidade foram avaliadas pelo método do ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e do oxalato de amônio pH 3,0, respectivamente, a partir de amostras de TFSA (McKeague e Day, 1965). As determinações foram realizadas por colorimetria (Olson, 1965).

Adicionalmente, Al e Si foram determinados em ambos os extratos por colorimetria. Para tanto foi necessário digerir os extratos de DCB (apenas para Al) e de Oxalato (para ambos).

Para a digestão transferiu-se uma alíquota de 5 mL do extrato de DCB ou oxalato para tubos de digestão de 75 mL. Adicionou-se 5 mL de HNO₃ concentrado e 1 mL de H₂SO₄ 8mol L⁻¹, seguido de aquecimento em bloco digestor até 120°C. A temperatura foi aumentada gradualmente até o surgimento de uma fumaça branca (150 – 180°C). Após a digestão, esfriou-se a amostra para 50°C, adicionando aproximadamente 30 mL de H₂O destilada, aqueceu-se novamente até 80°C por uma hora. Após esfriar, transferiu-se a solução para balão de 50 mL, completando-se o volume com água destilada (McKeague, 1978).

3.5 Extração por Digestão Sulfúrico

Os elementos Si, Al e Fe foram determinados por ataque sulfúrico em amostras de 0,5 g de TFSA. Estas amostras foram colocadas em tubos de digestão de 75 mL, juntamente com 20 mL de H₂SO₄ 9 mol L⁻¹, e levadas à placa digestora para aquecer a uma temperatura de 170 °C, por uma hora.

Foram adicionados 20 mL de água destilada às suspensões, que, após estarem frias, foram filtradas em papel-filtro lento, para balões de 250 mL (extrato A). Em seguida, os resíduos retidos no papel-filtro foram transferidos para erlenmeyer de 250 mL e sofreram um ataque básico com 2 mL de NaOH 30%, colocados após fervura da suspensão. Estes foram transferidos para balões de 200 mL, que já continham 10 mL de HCl 6 mol L⁻¹, obtendo-se o extrato B (Embrapa, 1997, modificado).

No extrato A, foram determinados o alumínio e o ferro por colorimetria (Duriez e Johas, 1982; Olson, 1965). No extrato B, determinou-se o silício, por colorimetria (Kilmer, 1965).

3.6 Análises mineralógicas

No laboratório de Mineralogia da UFRPE, a TFSA recebeu um tratamento prévio visando a remoção de matéria orgânica, para tal foi utilizado peróxido de hidrogênio 30% (Jackson, 1975). As frações da TFSA foram separadas entre si peneiramento úmido (areia) e por sedimentação (silte e argila), para identificação de seus componentes e análise qualitativa por difratometria de raios X (DRX) com tratamentos específicos inerentes a cada fração, conforme recomendações apresentadas por Jackson (1975) e Whittig e Allardice (1986).

Os difratogramas foram obtidos empregando-se difratômetro Shimadzu, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação de $\text{CuK}\alpha$, com monocromador de grafite. A amplitude de varredura foi de 5 a 70° (2 θ) e uma velocidade de registro de 3° 2 θ min⁻¹ para areia total e silte; amplitude de 3 a 70° (2 θ) e mesma velocidade para argila pó. Para as amostras saturadas com KCl (temperatura ambiente e aquecidas a 550°C) e saturadas por MgCl₂ com posterior solvatação com etilenoglicol, a amplitude de varredura foi de 3 a 35° (2 θ) e uma velocidade de registro de 2° 2 θ min⁻¹. Nas amostras de concentrado de óxidos a amplitude de varredura foi de 3 a 70° (2 θ) e a velocidade de registro de 2° 2 θ min⁻¹.

As amostras desorientadas (em pó) foram trituradas em almofariz de ágata, sendo o conjunto montado em suporte de metal, após pressão suave da amostra sobre papel rugoso, de forma a minimizar a orientação preferencial das partículas.

As amostras de silte e areia foram preparadas em pó (não orientadas) para análise em DRX.

As amostras de argila foram preparadas inicialmente em pó (não orientadas) e posteriormente em lâminas de vidro (orientadas) para análise em DRX. Para as amostras orientadas foi realizado o tratamento com potássio (Whittig e Allardice, 1986).

Foram preparadas duas lâminas orientadas para cada subfração, saturadas por potássio, uma foi irradiada a temperatura ambiente e a outra após aquecimento a 550°C por duas horas. Uma terceira lâmina foi saturada com MG-glicerol a temperatura ambiente.

Avaliou-se ainda a concentração de óxidos em amostras de argila através da remoção de silicatos, utilizando o método de dissolução básica com NaOH 5 mol L⁻¹ (Kämpf e Schwertmann, 1982, modificado por Singh e Gilkes, 1991), montadas em lâminas não orientadas.

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

3.7 Análises Petrográficas

Para a realização do estudo litológico foram preparadas seções delgadas ao natural e seções delgadas de amostras impregnadas com resina, nos casos em que a primeira situação não foi possível (Murphy, 1986). As análises foram feitas com o uso do microscópio petrográfico do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Morfologia e classificação dos solos

A caracterização morfológica completa dos perfis estudados é apresentada no Apêndice, juntamente com as tabelas de análises físicas e químicas, e de forma resumida na Tabela 1. Os solos estudados apresentam perfis com feições características da classe dos Cambissolos, como presença de muitos minerais primários e de fragmentos de rocha semi-intemperizada ao longo do perfil, com pouca diferenciação entre os horizontes. De maneira geral, todos os perfis apresentaram pouca variação de cor, com coloração predominantemente vermelho-amarelada, apresentando mosqueados apenas no horizonte C do P1 e Bi/Cr do P2, resultantes do intemperismo de fragmentos da rocha matriz.

Foram observadas variações de profundidade com o aumento da precipitação, com o P1 (Serra Talhada) apresentando profundidade entre 100 e 130cm até a rocha matriz; o P2 (Santa Cruz), 140 cm; e o P3 (Triunfo) com profundidade maior que 170 cm. Embora não se possa afirmar que o aumento da precipitação seja o único fator responsável pelo aumento da profundidade, sua influência é inegável, considerando que outras características morfológicas, físicas e químicas corroboram o maior grau de desenvolvimento dos perfis das posições mais úmidas.

O perfil P1 apresenta seqüência de horizontes A-Bt1-Bt2-BC-C-R (Figura 4), com transições graduais e planas entre os horizontes constituintes do *solum*, e clara, respectivamente em BC e C. Apresenta calhaus e matacões de rocha na superfície e ao longo de todo o perfil. O horizonte A é fracamente desenvolvido, com espessura de 15 cm, estrutura maciça pouco coesa e fraca pequena granular e em blocos subangulares, coloração vermelho amarelada e textura franco-arenosa cascalhenta.

O horizonte Bt, subdividido em Bt1 (15-37 cm) e Bt2 (37-78 cm), apresenta cor vermelho-amarelada, estrutura fraca em blocos subangulares pequenos e muito pequenos, textura franco-argilo-arenosa e consistência muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Tabela 1 – Atributos morfológicos dos solos estudados:

Hor.	Prof. (cm)	Cor			Estrutura	Consistência (Seca, úmida e molhada)	Transição
		Úmida	Seca	Mosqueado			
P1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abrupto cambissólico							
A	0-15	5YR 4/4	7,5YR 6/4		Fraca pequena granular blocos subangulares maciça pouco coesa	Muito duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso	Plana e gradual
Bt1	15-37	5YR 4/6	5YR 6/8		Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro, friável e firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Plana e gradual
Bt2	37-78	5YR 5/8	7,5YR 6/8		Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Plana e gradual
BC	78-105	7,5YR 5/8	7,5YR 6/8		Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro a duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Plana e clara
Cr	105-130	5YR 6/8 7,5YR 6/8	---		-----	Muito duro	Plana e abrupta
P2 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico							
A	0-15	5YR 4/6	5YR 5/6		Fraca pequena blocos subangulares maciça pouco coesa	Ligeiramente duro e duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Plana e abrupta
Bi1	15-32	2,5YR 4/6	5YR 5/8		Fraca pequena blocos subangulares	Ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Plana e clara
Bi2	32-60	5YR 5/6	5YR 5/8		Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Plana e gradual
Bi/Cr	60-140	5YR 5/6	---	10YR 6/8	Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Ondulada e gradual
P3 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico latossólico							
A	0-18	5YR 3/4	5YR 4/4		Moderada pequena granular fraca pequena blocos subangulares	Duro a muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso	Ondulada e gradual
BA	18-39	5YR 4/4	5YR 4/6		Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro, friável, plástico e pegajoso	Plana e gradual
Bi1	39-70	5YR 4/6	5YR 4/6		Moderada pequena a muito pequena blocos subangulares	Muito duro, friável, plástico e pegajoso	Plana e difusa
Bi2	70-110	5YR 4/6	5YR 5/8		Fraca pequena a muito pequena blocos subangulares	Muito duro, friável, plástico e pegajoso	Plana e difusa
BC	110-170	5YR 5/8	5YR 5/8		Fraca pequena blocos subangulares	Muito duro, muito friável, plástico e pegajoso	---

O horizonte BC, apesar de ter textura franco-argilo-arenosa, apresenta-se cascalhento e com coloração bruno-forte, em virtude da maior presença de minerais primários nas frações areia e silte. O horizonte C é constituído por rocha intemperizada penetrável e com variação de cores entre vermelho-amarelado e amarelo-brunado, transitando de forma abrupta para o R, identificado como sienito.

O perfil P1 foi classificado, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS (EMBRAPA,2006), como **Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abruptico cambissólico, A fraco, textura média (leve)/média, fase pedregosa, caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado**. A presença de muitos cascalhos no horizonte A, a ocorrência de calhaus e matacões ao longo de todo o perfil e a posição de ocorrência deste no sopé da encosta de um maciço montanhoso, sugerem que o gradiente textural observado na superfície é mais uma consequência do transporte de materiais, do que de processos de iluviação ou perda de argila (Figura 3).

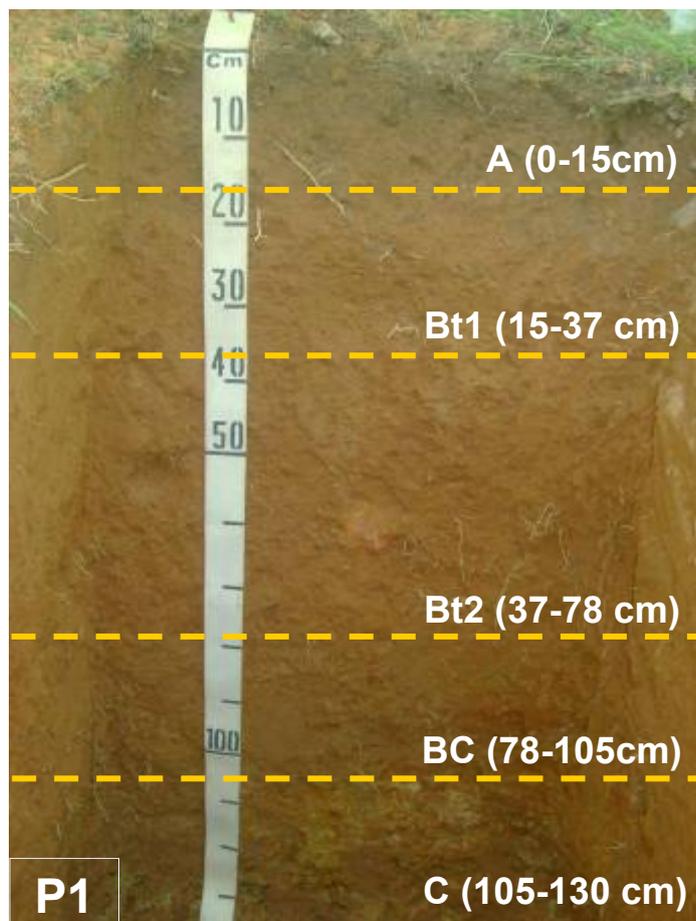


Figura 4 – Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abruptico cambissólico (P1).

O perfil P2, na encosta do maciço, tem seqüência de horizontes Ap-Bi1-Bi2-Bi/Cr-R, com transições graduais, exceto no Ap, onde se apresenta clara, e no Bi/Cr, que tem transição abrupta e ondulada para a rocha (Figura 5). Apresenta como principais diferenças morfológicas, em relação ao P1, a maior profundidade efetiva, a ausência de gradiente textural, a presença de um horizonte Ap, conseqüência da utilização agrícola, e a presença de um horizonte miscigenado Bi/Cr, de 60 a 140 cm, constituído de partes semelhantes ao Bi2 sobrejacente e partes constituídas por rocha semi-intemperizada. O solo ocupa uma posição de maior declividade, em meia encosta de um relevo forte ondulado, sendo bastante afetado pela erosão, principal causa da transição clara e plana entre Ap e Bi1.

As demais características morfológicas (cor, estrutura e consistência) dos três primeiros horizontes dos perfis P1 e P2 são muito semelhantes, demonstrando certa similaridade relacionada com o pequeno grau de desenvolvimento pedogenético. A textura dos horizontes Bt e Bi dos perfis também coincidem com a mesma classe textural.

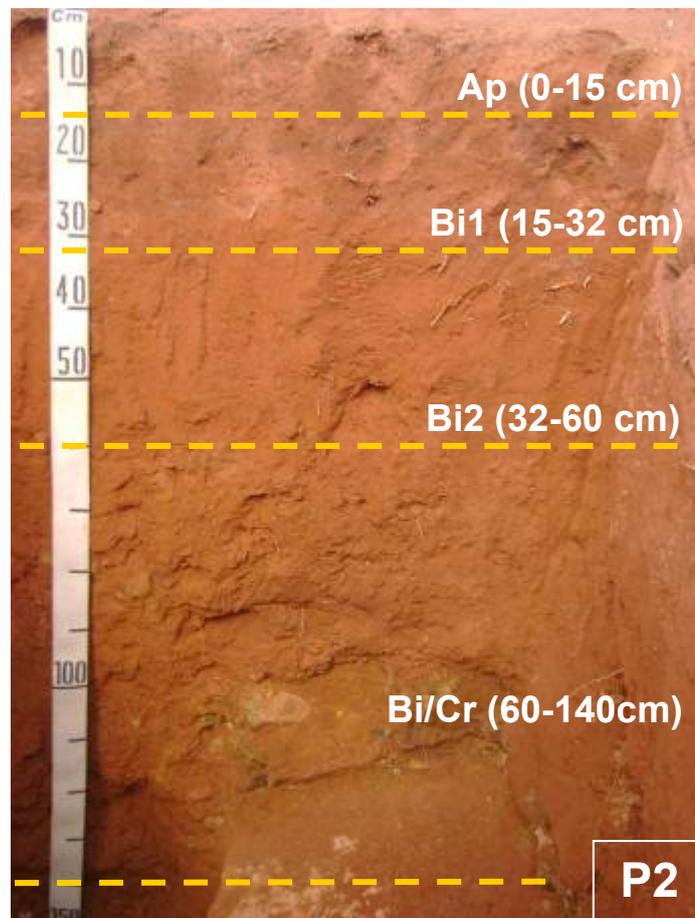


Figura 5 – Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico (P2).

O perfil foi classificado como **Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifólia relevo forte ondulado, substrato sienito**. A declividade acentuada e o processo erosivo acelerado atuante nesta posição de encosta têm grande influência na formação e evolução destes solos.

O perfil P3 tem seqüência de horizontes Ap-BA-Bi1-Bi2-BC, com cor bruno-avermelhado-escuro no Ap e vermelho-amarelado ao longo do restante do perfil. Apresenta transição abrupta e ondulada no Ap, gradual no BA e difusa em Bi1 e Bi2, com o BC atingindo 170 cm de profundidade, sem nenhum sinal da rocha matriz (Figura 6). Tem textura franco-argilosa no Ap, argila no BA e Bi, voltando a franco-argilosa no BC.

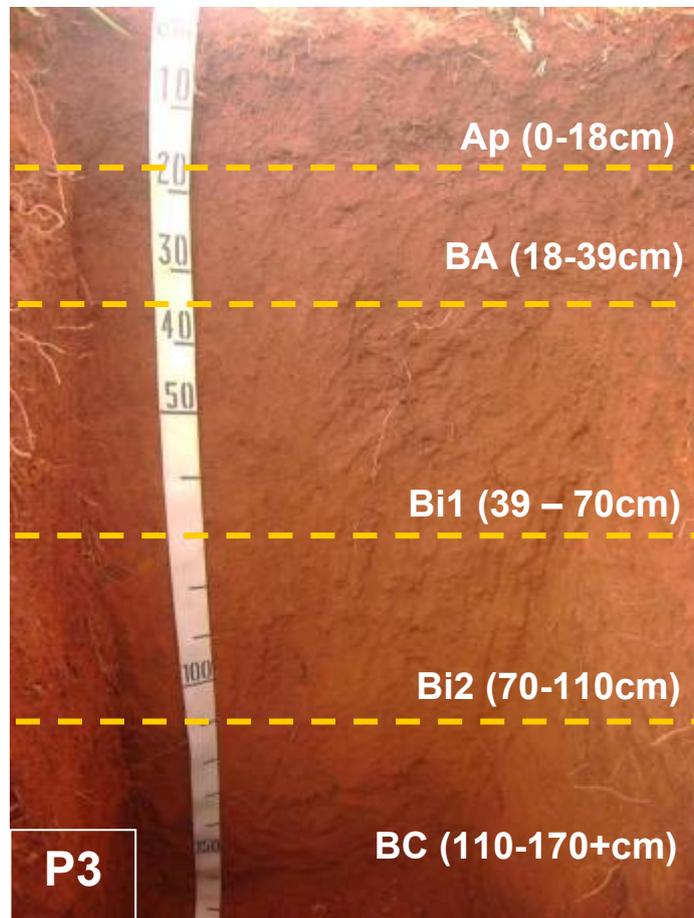


Figura 6 – Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do Cambissolo Háplico Tb Eutrófico latossólico (P3).

Além da maior profundidade efetiva, este solo, localizado próximo ao topo e parte mais úmida do maciço, apresenta outras características morfológicas que refletem um maior grau de desenvolvimento em relação aos demais, como textura mais argilosa, menor quantidade de cascalhos e calhaus da rocha ao longo do perfil, estrutura mais desenvolvida e pouca diferenciação entre os horizontes (Tabela 1).

Em virtude do maior grau de evolução, foi classificado como **Cambissolo Háplico Tb Eutrófico latossólico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado, substrato sienito.**

4.2 Atributos Físicos

Com relação à variação das frações granulométricas ao longo da topoclimossequência observa-se um aumento expressivo dos teores de argila e uma redução dos teores de areia, particularmente de areia grossa, com o aumento da altitude e, em consequência, da maior disponibilidade de água ou do menor déficit hídrico. Considerando todos os horizontes, os teores de argila variaram entre 104 e 296 g kg⁻¹ no P1, 251 a 315 g kg⁻¹ e 300 a 415 g kg⁻¹ no P3. Para a fração areia grossa a variação foi de 226-422, 175-232 e 66-105 g kg⁻¹, respectivamente, para os perfis P1, P2 e P3. Os valores mais baixos de argila e mais altos de areia grossa correspondem aos horizontes A e C. Estes resultados sugerem a influência da altitude e umidade no aumento do intemperismo.

Os teores de areia fina são similares entre os perfis e os de silte também aumentam com a umidade, principalmente no perfil do topo, variando entre 194-285, 247-285 e 293 a 399 g kg⁻¹, respectivamente em P1, P2 e P3. Estes resultados contribuem para uma relação silte/argila semelhante entre os perfis, com valores entre 0,75 e 2,74, sendo os valores mais altos nos horizontes A, em virtude de perda ou translocação de argila e nos horizontes Cr ou BC, pela menor ação do intemperismo. No horizonte B dos perfis os valores são compatíveis com o baixo grau de intemperismo dos Cambissolos, variando entre 0,75 e 0,96.

Tabela 2 - Atributos físicos dos solos estudados:

Horizonte	Prof. cm	----- Areia -----			Silte	Argila	ADA	GF %	Silte/Argila	AF/AG	Ds	Dp	Porosidade %
		Grossa	Fina	Total									
----- g kg ⁻¹ -----													
----- g cm ⁻³ -----													
P1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abrupto cambissólico													
A	0-15	421	264	685	194	121	54	55	1,60	0,63	1,44	2,52	43
Bt1	15-37	269	280	549	197	254	87	66	0,77	1,04	1,55	2,67	42
Bt2	37-78	228	232	460	264	276	16	94	0,96	1,03	1,30	2,63	51
BC	78-105	227	254	481	223	296	8	97	0,75	1,12	---	---	---
C	105-130	380	231	611	285	104	10	90	2,74	0,61	---	---	---
P2 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico													
Ap	0-15	219	258	477	247	276	129	53	0,89	1,18	1,19	2,60	54
Bi1	15-32	191	244	435	250	315	70	78	0,79	1,28	1,17	2,61	55
Bi2	32-60	176	232	408	285	307	6	98	0,92	1,33	1,28	2,61	51
Bi/Cr	60-140	233	234	467	282	251	9	96	1,12	1,01	1,32	2,63	50
P3 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico latossólico													
Ap	0-18	106	197	301	399	300	193	36	1,33	1,88	1,39	2,69	48
BA	18-39	73	179	251	334	415	145	65	0,80	2,45	1,29	2,60	50
Bi1	39-70	73	183	256	340	404	16,5	96	0,84	2,51	1,17	2,72	57
Bi2	70-110	88	233	321	293	386	8,8	98	0,75	2,65	1,21	2,74	56
BC	110-170+	66	193	259	391	350	14,8	96	1,11	2,92	1,29	2,58	50

Os valores de densidade do solo são mais elevados no P1, com valores de 1,44, 1,55 e 1,30 g cm⁻³, nos horizontes A, Bt1 e Bt2, respectivamente. Estes valores são uma consequência dos menores teores de argila e maiores percentagens de areia grossa e cascalho, motivo pelo qual não foram retirados anéis volumétricos dos horizontes BC e Cr, deste perfil. Também, por causa da maior estruturação, os solos podzólicos tendem a apresentar maiores valores de Ds que os latossólicos. Nos perfis P2 e P3, os valores da densidade do solo variaram entre 1,17 e 1,39, com tendência natural de aumento com a profundidade, exceto nos dois primeiros horizontes do P3, que apresentaram valores mais altos (1,39) em virtude do cultivo da cana, que exige maior revolvimento do solo.

Todos os perfis estudados apresentaram valores em torno de 50%, sendo que os valores mais baixos de porosidade, em torno de 42, foram observadas em Serra Talhada, que apresentou os menores teores de argila.

4.3 Atributos Químicos

Os perfis de Serra Talhada (P1) e Santa Cruz da B. Verde (P2) apresentaram reação fortemente ácida, quanto o perfil de Triunfo (P3) moderadamente ácido. Nos dois primeiros perfis houve uma redução do pH em profundidade, enquanto no P3 ocorreu o inverso. Tendo em vista que as áreas são cultivadas em sistemas de manejo de baixo nível tecnológico, sem aplicação de corretivos e fertilizantes, pode-se supor que estas diferenças no pH são resultantes de pequenas variações na composição do material de origem ou motivadas pela posição no relevo, que influencia nos processos de perdas e aportes de material na superfície.

O ΔpH é negativo em toda a seqüência, caracterizando solos eletronegativos. A baixa CTC e o ΔpH negativo são características de solos com mineralogia caulinítica (Mekaru e Uehara 1972).

Tabela 3 - Atributos Químicos dos Perfis estudados:

HORIZ	pH		Δ pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	SB	CTC	V	m	P	C.O
	Água	KCl		----- cmol _c kg ⁻¹ -----					----- % -----	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹				
P1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abrupto cambissólico															
A	5,7	5,8	-0,1	1,7	0,2	0,17	0,06	0,0	1,3	2,1	3,4	62	0	2,83	0,54
Bt1	4,3	4,5	-0,2	0,8	0,3	0,14	0,00	0,7	1,8	1,2	3,7	33	36	0,41	0,27
Bt2	4,2	4,5	-0,3	0,7	0,5	0,11	0,00	1,0	1,8	1,3	4,1	33	43	2,53	0,26
BC	4,2	4,4	-0,2	0,8	0,4	0,10	0,06	1,0	1,8	1,4	4,2	33	42	2,56	0,24
C	4,4	4,5	-0,1	1,2	0,6	0,10	0,06	0,7	0,3	2,0	3,0	67	26	0,99	0,10
P2 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico															
Ap	5,4	4,8	-0,6	2,0	0,7	0,11	0,06	0,0	2,0	2,9	4,9	60	0	3,59	1,02
Bi1	5,3	4,5	-0,8	1,5	0,6	0,06	0,00	0,0	1,6	2,2	3,8	57	0	1,91	0,35
Bi2	4,9	4,4	-0,5	1,0	0,7	0,06	0,06	0,1	1,3	1,8	3,2	57	5	2,70	0,24
Bi/Cr	4,7	4,1	-0,6	0,5	0,6	0,07	0,06	0,3	1,0	1,2	2,5	51	17	5,29	0,20
P3 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico latossólico															
Ap	5,6	5,8	-0,2	2,8	1,3	0,29	0,06	0,0	1,3	4,5	5,8	77	0	1,37	0,59
BA	5,4	5,6	-0,2	2,3	1,0	0,06	0,00	0,0	2,0	3,4	5,4	63	0	1,61	0,66
Bi1	5,6	5,9	-0,3	1,9	1,0	0,06	0,00	0,0	1,1	3,0	4,1	73	0	2,46	0,48
Bi2	5,9	6,2	-0,6	1,7	0,6	0,06	0,06	0,0	1,5	2,4	3,9	62	0	3,86	0,44
BC	6,1	6,5	-0,4	1,2	0,7	0,04	0,06	0,0	0,9	2,0	2,9	70	0	3,86	0,31

Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} apresentaram dinâmicas diferentes em cada perfil: no P1 houve um decréscimo do Ca^{2+} em profundidade, enquanto o Mg^{2+} aumentou; no P2 também houve um decréscimo do Ca^{2+} porém sem variação do Mg^{2+} ; e em P3, ambos reduziram os teores em profundidade. Em nenhum dos perfis os teores de magnésio foram superiores aos de cálcio. Segundo Oliveira et al. (2003), o predomínio do íon Mg^{2+} em relação ao Ca^{2+} , com tendência de aumento da diferença entre os teores destes cátions com a profundidade, é um fato comum em muitos solos da parte mais seca do Sertão nordestino, principalmente em Planossolos. Os valores de magnésio são baixos, entre 0,2 e 0,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ em P1; médios, entre 0,6 e 0,7 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, em P2; e médios a altos, entre 0,6 e 1,3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, em P3. Apenas P3 apresentou valores próximos aos reportados no perfil 69 PE - Cambissolo Eutrófico latossólico, descrito também em Triunfo - (0,9 – 1,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) do Levantamento de Solos de Pernambuco (BRASIL, 1972). Os valores mais altos encontrados no perfil mais úmido são provavelmente determinados pelo material de origem.

Apesar da mineralogia dos solos estudados indicar a presença de feldspatos e micas, os teores de K^+ e Na nos três perfis estudados são predominantemente baixos $<0,13 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Melo et al (1995), estudando Cambissolos originados de rochas graníticas no Rio Grande do Sul, ricas em feldspato e mica, observaram que os valores de K^+ disponível variaram entre 0,02-0,24 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Um ambiente com temperaturas mais elevadas e precipitações reduzidas, mas, com grande intensidade durante alguma época do ano, são possíveis razões para justificar os valores mais baixos do K^+ trocável na área do estudo. Conforme Mielniczuk (1977), em ambientes com elevadas temperaturas, precipitações e boa drenagem, o feldspato se transforma diretamente em caulinita e o K^+ é facilmente lixiviado. Ainda segundo o mesmo autor, os teores de feldspato na fração silte são maiores nas formas estruturais do que na forma trocável e, pela grande estabilidade, são mais difíceis de saírem para as formas mais disponíveis.

A soma de bases (SB), de maneira geral, decresceu em profundidade com a redução dos teores de matéria orgânica, sendo os maiores valores observados no perfil de Triunfo, mais argiloso, com maior CTC e que apresenta níveis mais elevados de cálcio e, principalmente, magnésio. O Perfil 69 PE

(BRASIL, 1972), apresentou a mesma tendência de decréscimo da SB em profundidade, consequência da ciclagem de nutrientes promovida pela vegetação. Os valores da soma de bases variaram de 2,2 a 1,3 no P1; de 2,9 a 1,2 no P2 e de 4,5 a 2,0 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ no P3.

A acidez trocável, representada pelo Al^{3+} , foi quase inexistente nos perfis 2 e 3, mas no P1 os horizontes subsuperficiais apresentaram valores elevados em relação aos demais. Tal fato não é comum em solos do Sertão semi-árido. Menezes et al. (2005) discutindo sobre a fertilidade dos solos do semi-árido, fizeram uma compilação das principais características químicas da camada superficial de várias classes de solos, onde dos 49 cambissolos citados, 96% apresentaram baixos teores de alumínio ($< 0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), 4 % com teores médios ($0,3 - 0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e nenhum com teores altos.. Esses teores podem ser resultantes da decomposição do material de origem, rochas sieníticas que, segundo Ferreira e Sial (1986) apresentam de 13 a 15 % de Al_2O_3 em sua composição. Por outro lado, as análises petrográficas (Tabela 6) mostram que as rochas formadoras do material de origem deste perfil têm natureza mais ácida e pobre em elementos básicos.

A capacidade de troca de cátions (CTC) acompanhou a mesma tendência da soma de bases no P2 e P3, diminuindo em profundidade; enquanto no P1 se comporta de maneira inversa aumentando com a profundidade devido ao aumento dos teores de alumínio, que foram maiores neste perfil. A CTC foi maior nos horizontes superficiais do P2 e P3, enquanto no P1, foi mais elevada nos horizontes Bt e BC. Conforme Corrêa (2005) e outros autores citados por ele, valores em torno de $5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ refletem a mineralogia caulínica dos solos. Dessa forma, a dinâmica da CTC é muito influenciada pelos teores de matéria orgânica no solo.

A atividade da fração argila calculada no B foi baixa em todos os perfis estudados, refletindo a mineralogia dos solos, predominantemente caulínica.

Tanto P2 como P3 são eutróficos, com valores da saturação por bases (V%) variando, respectivamente, entre 60 e 51 % e 77 e 61 %. Os valores mais altos são os superficiais, em consequência da ciclagem de nutrientes. O P1, a despeito do clima mais seco, foi classificado como distrófico, com V de 33% no Bt, 62 % no A e 67 % no C. A baixa presença de bases trocáveis no perfil mais seco pode ser explicada pela natureza do material de origem, formado na sua

parte intermediária com a contribuição de rochas graníticas (Tabela 6), de natureza mais pobre do que a rocha do embasamento e que também influenciou a textura mais arenosa do perfil. A percentagem de saturação por alumínio teve valores expressivos apenas No P1 e nos horizontes Bi e Bi/CR do P2, todavia com valores menores do que 50%.

A disponibilidade de P nos solos estudados está entre baixa e muito baixa, com teores variando de 0,41 a 5,29 mg dm⁻³. A deficiência de P é provavelmente mais associada com a reduzida disponibilidade (formas lábeis) do que com os valores totais de P. Para os solos da região semi-árida do Nordeste brasileiro, estudos mostram a existência de quantidades diversas da fração lábil de P (Araújo *et al.*, 2004)

Diversos autores, a exemplo de Oliveira *et al* (2003) consideram valores menores que 10 g kg⁻¹, como baixos teores de C orgânico, sendo compatíveis com o uso dos solos e com as condições reinantes na região semi-árida. De forma que os teores carbono orgânico nos solos estudados foram considerados baixos em todos os perfis, podendo- se, entretanto, observar que os maiores valores foram encontrados no horizonte A do P2 e, como um todo, no P3, ambos cultivados. Esses valores mais elevados dentre os demais pode se justificados em P3 tanto pelo manejo diferenciado na cultura da cana-de-açúcar no município de Triunfo, onde após o corte a palhada é mantida sobre o solo como forma de proteção quanto pela presença de maiores teores de argila, que pode conferir maior proteção coloidal e dificultar a degradação do material orgânico conforme Bayer e Mielniczuk (1999). Associado a isso, o clima mais ameno das partes altas, favorece a manutenção de teores um pouco mais altos do que em Serra Talhada, parte mais baixa e seca, onde, segundo Araújo *et al.* (2004) os baixos valores de C orgânico são comuns, devido à pequena contribuição da vegetação de caatinga.

O clima e a topografia são reconhecidos como importantes fatores de formação que influenciam no movimento e transformação de nutrientes no solo (Araújo *et al.*, 2004). Dentro de uma climossequência, Buol *et al.* (1973) citam que, embora as taxas de mudança variem, as seguintes observações têm sido relatadas: o conteúdo de matéria orgânica cresce com o aumento da elevação, enquanto valores de pH e conteúdos de Ca, Mg e K reduzem-se com esse

aumento. Elas são melhores observadas ao longo de transectos onde as mudanças nas características dos solos são observadas de diversas formas.

No presente estudo, observou-se que apenas os teores de CO acompanharam esta dinâmica (excluindo-se o horizonte A do P2) elevando-se com avanços para o ponto mais alto da climossequência. As demais variáveis: pH, Ca, e Mg não seguiram essa tendência, aumentando seus valores do ponto mais baixo para o mais alto. Neste caso, os resultados parecem reflexos da influência do material de origem. De acordo com a Tabela 6, da análise petrográfica, o material de origem da parte superior apresenta maior quantidade de minerais máficos, ricos em Ca e Mg, e rochas mais básicas, enquanto em Serra Talhada o material é composto de rochas mais pobres.

4.4 Ataque Sulfúrico

De maneira geral, os valores de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 foram maiores no ponto mais alto da topoclimossequência (P3) reduzindo até o ponto mais baixo (P1), acompanhando o aumento dos teores de argila, tendência semelhante às extrações com DCB e oxalato de amônio ácido. Dentro de cada perfil, os valores foram menores nos horizontes superficiais e aumentaram em profundidade. Nos três perfis, o Al_2O_3 apresentou-se em teores elevados em relação aos demais componentes.

Andrade et al. (1997) observaram que o material de origem dos solos por eles estudados em uma topossequência no era heterogêneo, pois a distribuição em profundidade de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 era irregular ao longo da seqüência. No caso do presente estudo, há uma pequena irregularidade nesta distribuição em profundidade, todavia não suficiente para determinar algum grau de heterogeneidade no material de origem. Porém nas análises petrográficas (Tabela 6), observa-se tal diferenciação quanto a composição do material de origem.

Dentre as características físicas, químicas e mineralógicas que são citadas como índices do grau de intemperização dos solos, apenas o ki é estabelecido como atributo diagnóstico em classes de solos, como a dos Latossolos (EMBRAPA, 1988).

No presente trabalho todos os valores de Ki foram abaixo de 1,8,

observando-se em todos os perfis um decréscimo da superfície até o horizonte diagnóstico, seguido de um aumento nos horizontes menos intemperizados, C e BC. Verdade (1972), estudando um Argissolo dos EUA e um Latossolo Vermelho-Amarelo do Vale do Paraíba observou os mesmos resultados. O autor conclui que o alumínio, ao migrar do horizonte A, acumula-se no horizonte B (também observado no presente trabalho), justificando que não seria uma translocação de argila, pois não houve uma variação da relação molecular. Observa-se ainda que a relação Kr acompanha o Ki, indicando também a translocação de óxidos de ferro e de alumínio.

Tabela 4 - Teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ extraídos na TFSA pelo ataque sulfúrico:

Horiz	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki	Kr
	g kg ⁻¹ solo				
P1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abrupto “cambissólico”					
A	7,7	7,7	7,4	1,69	1,05
Bt1	19,5	23,4	13,8	1,42	1,03
Bt2	24,0	32,6	15,0	1,25	0,97
BC	17,5	22,5	13,9	1,32	0,95
C	23,3	24,3	15,5	1,63	1,16
P2 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico					
A	25,2	30,7	13,1	1,40	1,10
Bi1	26,9	33,9	17,6	1,35	1,01
Bi2	30,4	36,7	17,6	1,41	1,08
Bi/Cr	28,9	40,8	18,5	1,20	0,93
P3 – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico latossólico					
A	26,0	37,7	29,7	1,17	0,78
BA	30,4	36,0	23,3	1,43	1,02
Bi1	30,2	42,4	25,7	1,21	0,87
Bi2	28,9	45,5	29,6	1,08	0,76
BC	26,7	41,6	27,0	1,09	0,77

Verdade (1972) indica parâmetros para inferência sobre os valores de Ki, concluindo que Ki entre 1,8 – 2,0 indica a dominância de minerais do grupo das caulinitas, e Ki < 1,8 presença de hidróxidos de alumínio livre (gibbsita).

Melo et al. (1995b) também encontraram valores de Ki que indicavam a

natureza caulínica dos Cambissolos por eles estudados sobre embasamento cristalino (rochas graníticas), com elevados teores de alumínio na composição e condições ambientais de forte período chuvoso e relevo acidentado. Os valores de K_i encontrados no seu trabalho variaram entre 1,64 – 1,71 e K_r entre 1,47 – 1,58; sendo que os valores de SiO_2 e Al_2O_3 foram relativamente elevados e próximos, em detrimento ao Fe_2O_3 , que apresentou valores bem mais baixos.

No presente trabalho os valores de Fe_2O_3 do ataque sulfúrico também foram baixos, apresentando-se próximos aos de Fe_{DCB} . Outros autores como Gomes et al. (2007) e Valladares et al. (2003) encontraram valores baixos de Fe_2O_3 , inclusive com algumas amostras tendo o Fe_{DBC} valores mais elevados que o Fe do ataque sulfúrico.

Do ponto de vista mineralógico, o K_r é outro índice que demonstra o domínio da mineralogia caulínica nos três perfis, com valores entre 0,76 - 1,08 e dinâmica semelhante ao K_i dentro dos perfis. Esses valores situam-se acima do parâmetro com o qual se define a natureza do solo como caulinitico (Embrapa, 2006).

Em seu estudo, Melo et al. (1995b), afirmaram que apesar da rocha de origem possuir minerais ricos em alumínio, como os feldspatos, as condições climáticas, o período chuvoso na época fria, somado ao contínuo rejuvenescimento desses solos, em função do relevo acidentado, são condições que favorecem a formação direta de caulinita, em detrimento de gibbissita.

4.5 Ferro, alumínio e silício extraídos por DCB e Oxalato

Na discussão dos dados apresentados vale salientar a situação do pedoambiente onde estão inseridos os três perfis: a) em nenhum deles há qualquer tipo de impedimento à drenagem, de forma que não existe um ambiente redutor; b) a precipitação em Serra Talhada, embora mais baixa, apresenta-se de forma muito intensa em determinada época do ano, com uma distribuição irregular, enquanto em Triunfo, pelo ambiente altimontano, ela é melhor distribuída durante o ano; c) pelas posições topográficas dos perfis, há

Tabela 5: Teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ extraídos na TFSA obtidos por extrações sucessivas de ditionito-citrato-bicarbonato e extração única de oxalato de amônio e demais índices mineralógicos

Horiz	SiO ₂				Al ₂ O ₃				Fe ₂ O ₃				Índices Mineralógicos			
	DCB		Σ	Oxalato	DCB		Σ	Oxalato	DCB		Σ	Oxalato	Fe _d / Fe _s	Fe _o / Fe _d	Al _o / Al _d	Si _o / Si _d
	Ext 1	Ext 2-3			Ext 1	Ext 2-3			Ext 1	Ext 2-3						
----- g kg ⁻¹ -----																
P1 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distófico abruptico “cambissólico”																
A	0,1	0,1	0,2	0,4	10,9	7,0	17,9	0,4	1,4	0,8	2,2	1,7	0,31	0,74	0,02	1,77
Bt1	0,2	0,1	0,3	0,5	14,9	5,8	20,7	0,4	3,4	0,6	4,0	1,5	0,29	0,38	0,02	1,61
Bt2	0,2	0,2	0,4	0,5	16,2	9,1	25,3	0,4	4,7	2,8	7,5	2,5	0,50	0,33	0,02	1,31
BC	0,2	0,2	0,4	0,5	15,3	6,9	22,2	0,5	3,7	1,7	5,4	2,0	0,39	0,37	0,02	1,41
C	0,2	0,2	0,4	0,5	16,4	6,4	22,8	0,5	6,2	1,0	7,2	1,6	0,47	0,22	0,02	1,07
P2 – Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico																
A	0,2	0,2	0,4	0,5	15,6	3,7	19,3	0,5	5,5	0,4	5,9	3,3	0,45	0,55	0,02	1,38
Bi1	0,2	0,1	0,3	0,5	14,9	6,9	21,8	0,4	4,1	0,1	4,2	3,4	0,24	0,80	0,02	1,66
Bi2	0,2	0,1	0,3	0,5	15,5	6,8	22,3	0,4	5,9	0,3	6,2	3,2	0,35	0,52	0,02	1,46
Bi/Cr	0,2	0,2	0,4	0,5	15,1	8,0	23,1	0,4	4,2	1,2	5,4	4,0	0,29	0,75	0,02	1,13
P3 – Cambissolo Háplico Tb Eutrófico Latossólico																
A	0,2	0,2	0,4	0,4	17,0	10,1	27,1	0,2	9,9	4,8	14,7	6,1	0,50	0,41	0,01	1,00
BA	0,2	0,2	0,4	0,5	16,3	8,3	24,6	0,4	8,6	6,6	15,2	6,6	0,65	0,44	0,01	1,14
Bi1	0,2	0,2	0,4	0,5	17,9	10,8	28,7	0,3	8,8	5,6	14,4	6,5	0,56	0,45	0,01	1,06
Bi2	0,2	0,2	0,4	0,5	18,2	8,7	26,9	0,4	7,4	8,4	15,8	4,0	0,53	0,25	0,01	1,00
BC	0,2	0,2	0,4	0,5	17,8	5,9	23,7	0,3	7,5	8,3	15,8	3,4	0,58	0,21	0,01	1,23

uma influência do processo erosivo, tanto em superfície, como em profundidade.

Os dados da extração com DCB mostram uma distribuição dos teores mais elevados de óxidos de ferro e de alumínio no ponto mais alto da seqüência (P3), reduzindo na parte mais baixa (P1), conforme a tabela 5. Os valores da extração de alumínio e ferro com oxalato de amônio mostram resultados semelhantes ao DCB. Por outro lado, a relação entre as formas extraídas pelos dois extratores, aumenta no sentido inverso, de Triunfo para Serra Talhada.

As extrações de silício tanto no DCB como no oxalato de amônio foram baixas e não apresentaram grandes variações entre os perfis e horizontes. Ferreira e Sial (1986) afirmam que o material de origem destes solos é rico em feldspatos potássicos (79%) e possui pouco quartzo (5%), o que também é demonstrado pelas análises petrográficas do presente trabalho. Dessa forma os baixos valores de silício nas duas extrações se justificam, uma vez que, nos feldspatos potássicos, o silício é lixiviado mais rapidamente pela ação do intemperismo.

Quanto aos índices mineralógicos, observa-se que no P1, a relação entre os teores de Fe determinados com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e com ácido sulfúrico (Fed/Fes), mostra que 29 a 50% do Fe apresenta-se sob a forma de óxidos, e uma parcela deste Fe ainda está fazendo parte da estrutura cristalina e não cristalina de minerais primários, ocorrendo o maior valor no horizonte diagnóstico do perfil (Bt). O P2 apresenta entre 24-45% do Fe na forma de óxidos, estando o maior valor no horizonte superficial, enquanto o Bi possui 35%. Já o P3, possui valores entre 50-65%, estando o Bi₁ (56%) e Bi₂ (53%) na faixa intermediária.

Comparando os três perfis, observa-se que o P3 está em um grau mais alto de evolução, em relação aos demais, com todos os horizontes do perfil tendo mais de 50% do Fe na forma de óxidos, enquanto o P2 e P1 estão em um grau menor, assemelhando-se entre si, apresentando horizontes com teores menores que 50% Fe na forma de óxidos.

Os valores da Feo/Fed neste trabalho foram todos maiores que 0,05, indicando presença no solo de uma maior proporção de ferro não cristalino em relação à fração cristalina. Condição semelhante foi encontrada por Corrêa et

al. (2003) para solos de várzea do semi-árido Paraibano.

Agbenin e Tiessen (1995), estudando duas topossequências no município de Serra Talhada, observaram na porção mediana de Cambissolos, valores semelhantes de Feo, porém com valores muito maiores de Fed, o que se traduziu numa relação de 0,1 em média, bem abaixo dos valores observados no presente trabalho, que variaram entre 0,22 e 0,74, sem, no entanto, mudar a classificação quanto ao grau de cristalinidade.

No presente trabalho observa-se, ainda, que os valores da relação Feo/Fed acompanham as constatações feitas por Andrade et al (1997), confirmadas por Coelho e Vidal-Torrado (2003) e Lacerda et al. (2000), decrescendo em profundidade nos três perfis, fato atribuído à redução dos teores de matéria orgânica em profundidade. No caso deste trabalho a matéria orgânica apresenta-se com baixos teores, mesmo nas camadas superficiais do solo, fato comum em solos das regiões áridas e semi-áridas (Araújo et al., 2004). Porém ainda assim a matéria orgânica imprime sua influência sobre a relação. O ambiente também não favorece o pleno desenvolvimento destes solos, a posição no relevo contribui para a saída de elementos como Fe e sílica do meio, bem como não houve tempo suficiente para a cristalização dos óxidos, e ainda tendo-se baixos teores de ferro no material de origem, conforme Ferreira e Sial (1986), refletidos à medida que se aproxima da rocha matriz. Apenas os horizontes BA e Bi/CR do P2 não acompanharam essa tendência.

Corrêa et al. (2003) e Albuquerque Filho et al. (2008) encontraram relações variadas entre os horizontes dentro dos perfis de solos por eles estudados, em virtude dos elevados e variados teores de carbono orgânico destes solos. Todas as situações citadas se justificam pela influência de diversos fatores ambientais (temperatura, umidade, teor de matéria orgânica, pH e Eh, entre outros) e, por essa razão, refletem nas condições de pedogênese sob as quais os óxidos teriam sido cristalizados (Schwertmann e Taylor, 1989; Cornell e Schwertmann, 1996), entretanto também deve-se ressaltar a importância do material de origem, pelos teores de óxidos de Fe presentes em sua composição.

Em condições de umidade menores que a dos solos deste trabalho, Araújo et al. (2004), estudando topossequências de Latossolos e Luvisolos na

região semi-árida de Pernambuco (municípios de Santa Rita e Parnamirim) encontrando valores de Feo/Fed muito baixos (0,01–0,008), apresentando redução em profundidade e com teores muito baixos de matéria orgânica no solo, indicando alto grau de cristalinidade. Esse resultado difere das afirmações de Corrêa et al. (2003) quanto ao baixo grau de cristalinidade nos solos das regiões semi-áridas.

O exame comparativo entre as relações Fed/Fes e Feo/Fed nos três perfis parece demonstrar que existe uma correlação negativa entre elas apenas no P3, ou seja, enquanto o Fed/Fes reduz em profundidade, o Feo/Fed aumenta. Nos demais perfis, não foi observada qualquer tendência e nenhum dos autores consultados apresentam qualquer informação sobre essa possibilidade.

A relação Alo/Ald não apresentou diferenças expressivas em todos os perfis, apresentando valores muito baixos (0,01 – 0,02). Esse resultado mostra que praticamente todo o alumínio no solo encontra-se na fração cristalina de flossilicatos e tectossilicatos da fração areia e silte, bem como nas caulinitas da fração argila

Os valores de silício nas duas extrações foram baixos e não variaram em profundidade, todavia observa-se que a extração com oxalato foi maior que com DCB, o que indica a predominância das formas não cristalinas, de forma que a relação Sio/Sid apresentou variação entre os perfis e em profundidade. A relação foi maior no P1, que possui material com maior quantidade de silício, comparado ao P3, com menores teores. A predominância de formas não cristalinas de silício pode indicar a presença de fitólitos nos perfis. Segundo Lespich e Paula (2006), fitólitos são partículas de sílica amorfa que se acumulam entorno ou dentro das células dos tecidos vegetais. A sílica é absorvida do solo primeiro na forma de ácido silícico monomérico polimerizando-se seguidamente no vegetal para gel e finalmente em fitólitos. Estes corpos sólidos da planta incorporam-se ao solo onde tem várias configurações.

Apesar de não ser objeto do estudo específico desta dissertação, é importante ressaltar que a dinâmica dos óxidos de ferro em solos da região semi-árida do Brasil ainda não está bem clara. Deste modo, não se pode definir com clareza quais seriam os fatores e processos pedogenéticos e de que

forma eles atuam sobre essa dinâmica na região.

4.6 Atributos Mineralógicos

A despeito da ocorrência de um gradiente no grau de evolução dos solos ao longo da topoclimossequência, a assembléia mineralógica dos solos estudados, de uma maneira geral, são bastante semelhantes, reforçando as discussões anteriores de que os solos, tanto do perfil em Serra Talhada, como em Santa Cruz da Baixa Verde, são formados com contribuição de materiais provenientes da parte superior (Triunfo), onde sofreram um pré-intemperismo antes de serem depositados nas partes mais baixas.

A assembléia mineralógica das frações areia e silte (Figura 7 e 8) reflete, basicamente, a composição do material de origem. Os minerais de mais fácil intemperização foram decompostos, restando os de maior resistência, daí o predomínio do quartzo e dos feldspatos, que nessas frações apresentam tal característica. A fração argila reflete os processos de evolução dos solos estudados, por isso observa-se a predominância da caulinita em todos os perfis.

4.6.1 Fração Areia

Na figura 6 são apresentados os DRX da fração areia. Nos três perfis estudados identificou-se quartzo, feldspatos e anatásio. O quartzo foi identificado pelos picos de difração no espaçamento basal de 0,426, 0,334, 0,182 e 0,24 nm; feldspato pelos picos 0,31, 0,32, 0,37, 0,39 nm, 0,62 e 0,67 nm. De acordo com Oliveira et al. (2004), as diferentes posições dos picos indicam que mais de um tipo de feldspato estão presentes. Em seu trabalho os autores sugerem a predominância de feldspatos potássicos, uma vez que os picos na região de 0,32- 0,31 nm além do pico 0,66 nm estão sempre presentes. O que também foi visto no presente trabalho. O anatásio foi identificado através dos picos de difração de 0,351 e 0,21 nm.

4.6.2 Fração Silte

De forma análoga à fração areia, os minerais de quartzo, feldspatos e anatásio foram identificados na fração silte (Figura 8) em todos os perfis estudados. Resultados semelhantes foram encontrados por Mota et al. (2007) em Cambissolos da Chapada do Apodi (RN); Oliveira et al. (2004) no Sertão do Araripe, PE, e Corrêa et al. (2003) na região de Sousa (PB).

No horizonte C do P1 foi observado a presença de caulinita na fração silte, identificada pela presença dos picos de difração no espaçamento basal de 0,724, 0,356 nm. Segundo Melo et al. (1995), a caulinita pode se formar diretamente do intemperismo de feldspatos e biotita, originando “flóculos de caulinita” do tamanho de areia e silte, também chamados de pseudomorfos.

4.6.2 Fração Argila

De acordo com os DRX obtidos (Figuras 9, 10, 11 e 12), a assembléia mineralógica da fração argila dos solos estudados é constituída por caulinita, principalmente, e por goethita e hematita, além de quartzo e feldspatos. A mica foi identificada em P1 (ao longo do perfil), porém ocorre um pico de difração de baixa intensidade no horizonte superficial de P3.

A caulinita foi identificada pela presença dos picos em 0,724, 0,357 e 0,45 nm (Figura 9 e 11), os quais colapsaram após aquecimento a 550° C (Figura 12).

A caulinita presente nos solos estudados deve ser originada a partir do intemperismo de feldspatos, presentes nas frações areia, silte e argila desses solos, e na constituição das rochas de acordo com a avaliação petrográfica (Tabela 6).

Mota et al. (2007) também encontraram o predomínio de caulinita na fração argila, concluindo que nas condições de semi-aridez do local em que os três perfis estavam inseridos, este domínio da caulinita sugere que os solos foram originados em condições climáticas diferentes das atuais, provavelmente mais úmidas, ou que eles tenham se desenvolvido a partir de um material pré-intemperizado.

Melo et al. (1995), trabalhando com vários solos, inclusive cambissolos, originados de embasamento cristalino (rochas graníticas) no Rio Grande do Sul, observaram a predominância de quartzo, caulinita, mica, goethita e rutilo na fração silte e; caulinita, mica, hematita e goethita na fração argila. Os autores relatam que a presença de quartzo tanto na fração argila como nas frações mais grossas, leva à liberação de sílica para a solução do solo, mesmo que lentamente, favorecendo a formação de caulinita.

O quartzo foi identificado através dos picos 0,426 e 0,334 nm, enquanto os feldspatos foram identificados através dos picos 0,31 e 0,32 nm (Figura 8) notando-se a ausência do pico de 0,62nm, o qual está presente na areia e em menor intensidade no silte.

Em outros estudos com solos da região semi-árida também foi identificada a presença de quartzo e feldspatos na fração argila (Oliveira *et al.*, 2004; Corrêa *et al.*, 2003). Quando esse mineral ocorre em solos, normalmente se dá nas frações areia e silte, porém sabe-se que podem ocorrer na fração argila grossa e em raros casos, na argila fina (Drees et al.,1989). O quartzo é oriundo do intemperismo das rochas do embasamento cristalino das áreas estudadas, que são essencialmente rochas sieníticas, com associações de rochas graníticas, especificamente no P1 (Tabela 6).

A relação Feo/Fed indicou a dominância de formas não cristalinas em relação às cristalinas, mas conforme os difratogramas, tanto da argila em pó como da concentração de óxidos, apresentam picos expressivos de goethita e hematita (Figura 10) em todos os perfis dos solos estudados. A goethita foi identificada através dos picos 0,418 e 0,244 nm e a hematita através dos picos (0,269, 0,252 e 0,368nm). Porém, notou-se que as maiores intensidades dos picos de difração da hematita ocorreram no P3, diminuindo em direção ao P1.

Esse comportamento está condizente com os resultados das análises químicas (ataque sulfúrico, ferro extraído por DCB e Oxalato), os quais mostram um gradiente de maior evolução dos solos na direção de Serra Talhada para Triunfo.

Também foi observado um decréscimo na intensidade dos picos de difração, tanto da goethita como da hematita, com o aumento da profundidade do solo em todos os perfis. Com base nas análises petrográficas, provavelmente, o elemento ferro ainda está, predominantemente, associado

aos minerais primários, principalmente anfibólios e piroxênios, os quais apresentam alterações para óxidos e/ou oxiidróxidos de ferro (Tabela 6).

A presença dos picos de difração de 1,00, 0,50 e 0,33nm indicou a presença de mica, porém ocorrendo apenas ao longo do perfil P1, e no horizonte superficial de P3. Provavelmente tratar-se de uma illita, a qual pode ser formada inicialmente pelo intemperismo de feldspatos com posterior precipitação em solução (Fanning et al, 1989). A presença desse mineral nesses solos coincidiu com os maiores níveis de K trocável (Tabela 3). Essa hipótese também pode ser reforçada pela ausência de mineral micáceo nas rochas estudadas (Tabela 6).

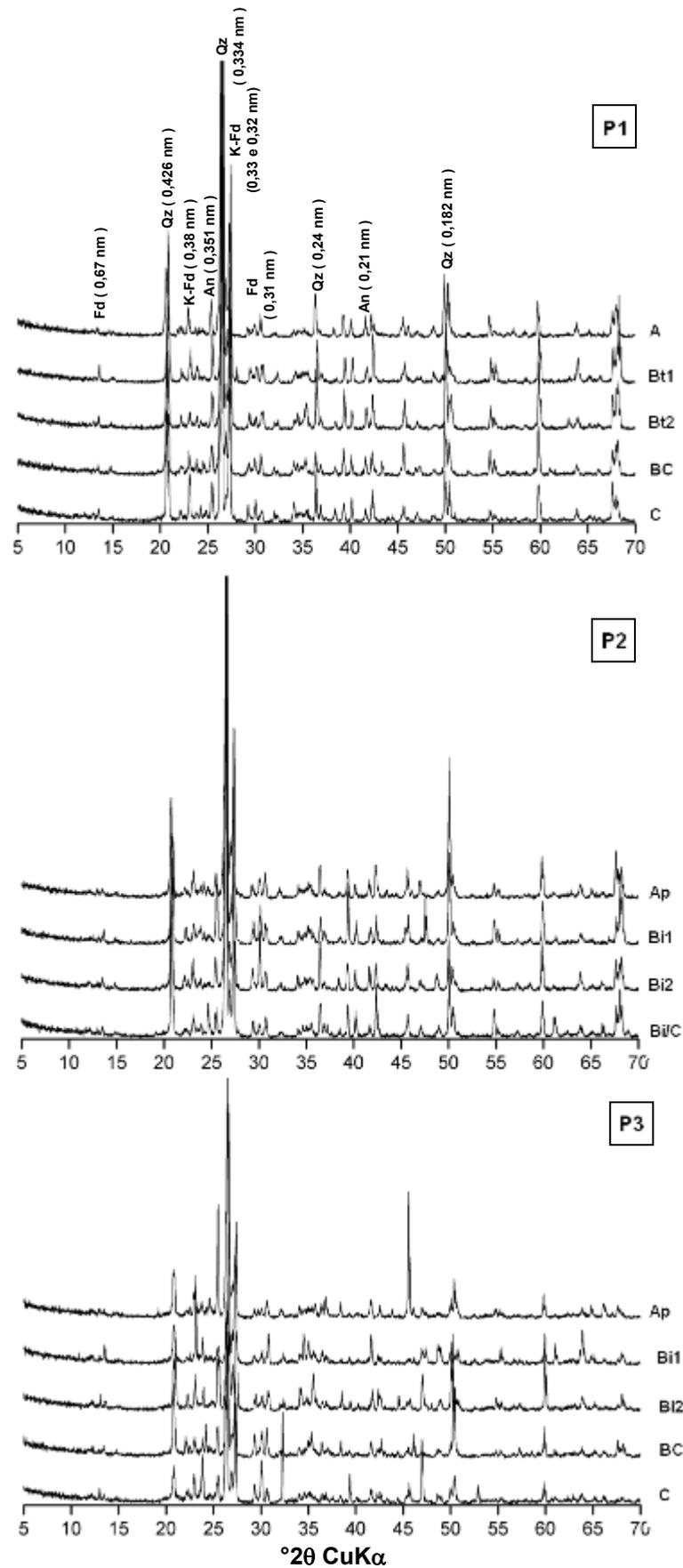


Figura 7 - Difratogramas de raios X da fração areia dos solos estudados (lâminas não-orientadas). (Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anátasio; Mi-mica).

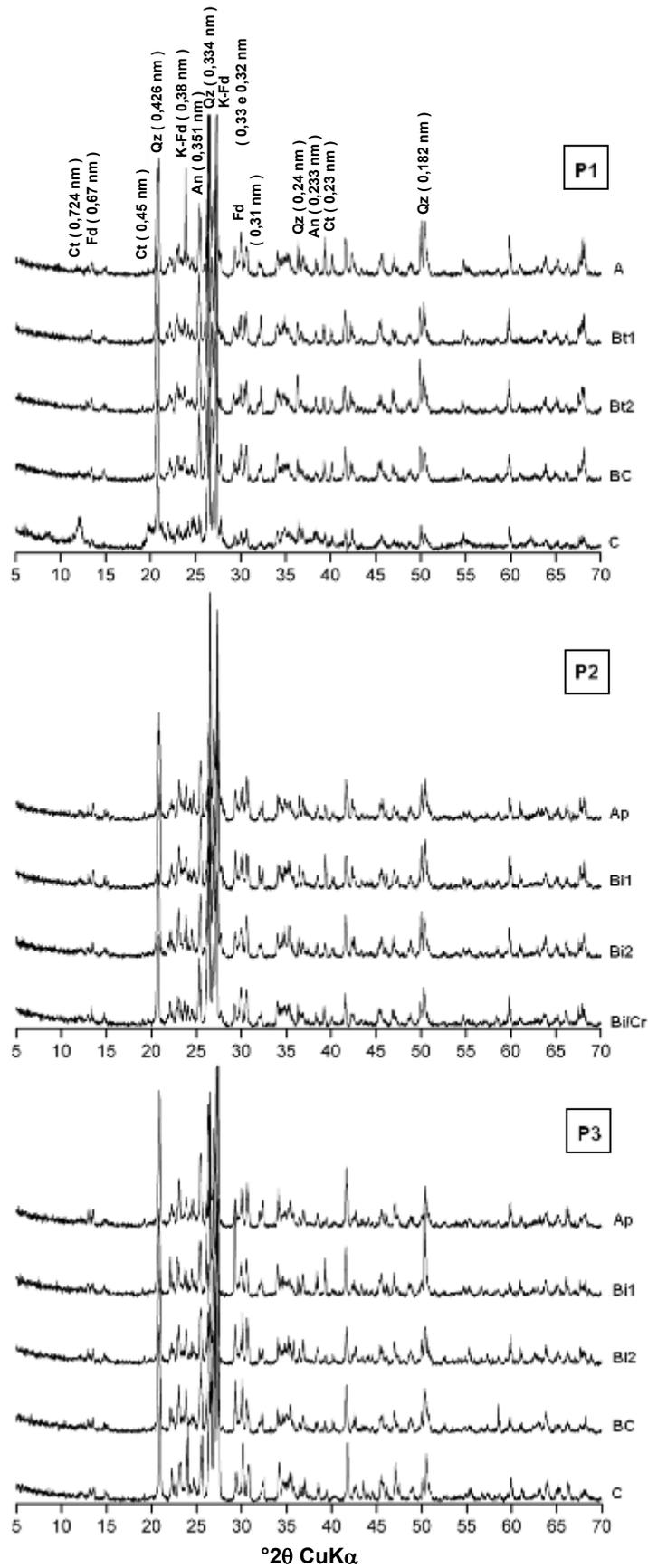


Figura 8 - Difratogramas de raios X da fração silte dos solos estudados (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anátasio).

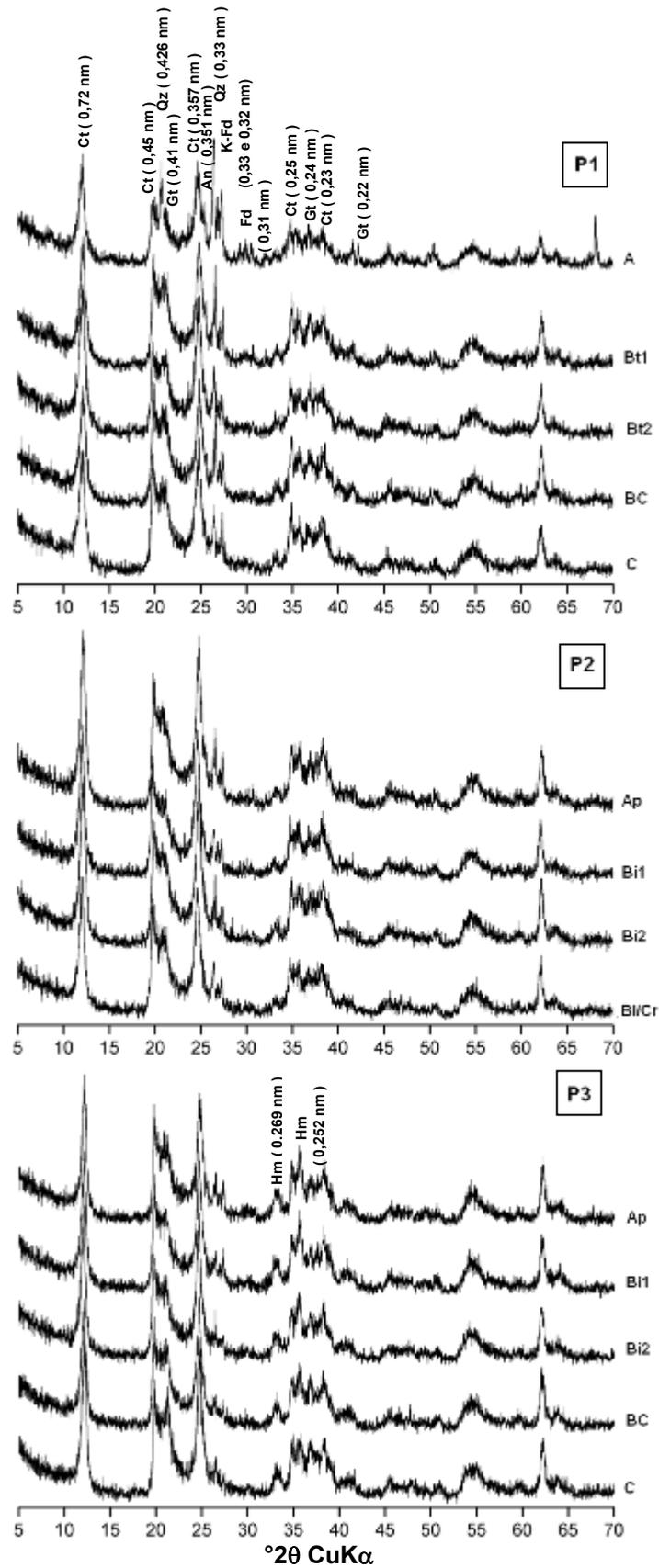


Figura 9- Difratogramas de raios X da fração argila dos solos estudados (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anátasio; Gt-goethita; Hm- hematita).

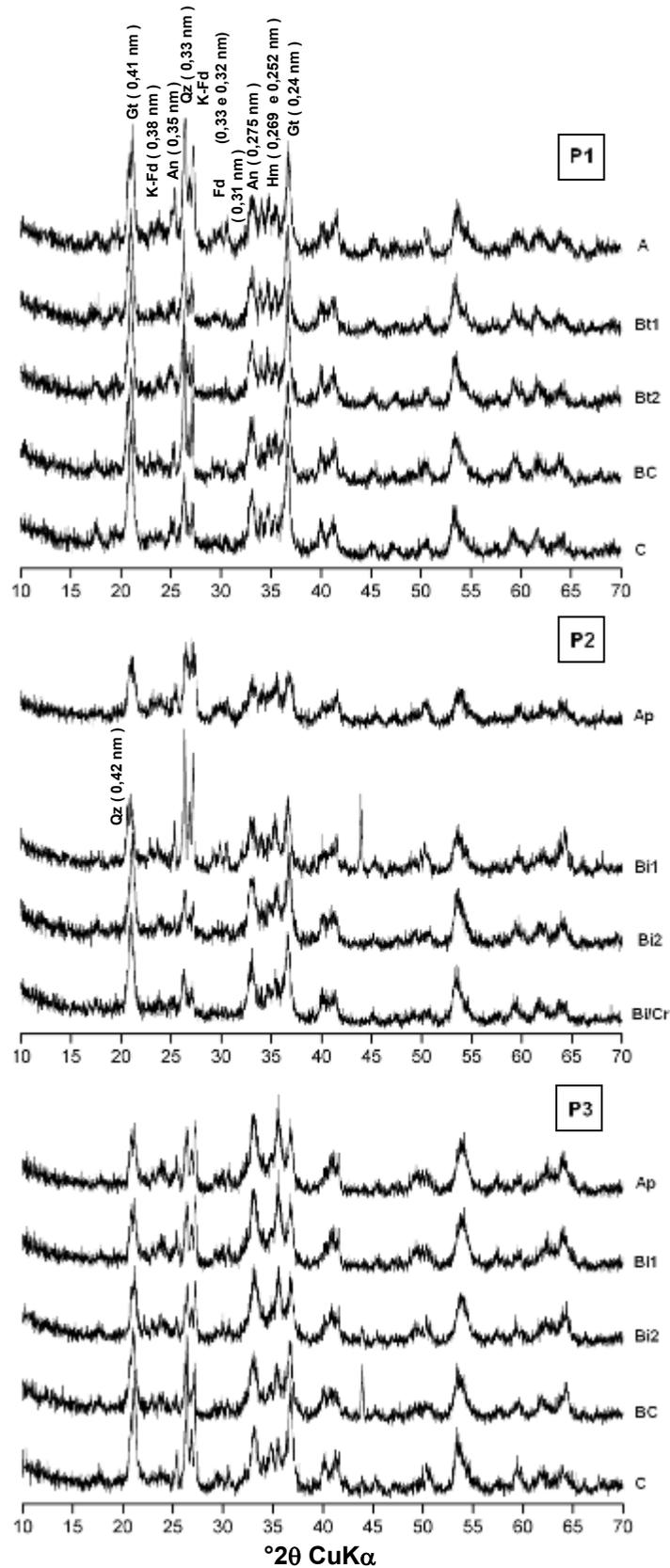


Figura 10 - Difrato gramas de raios X do concentrado de óxidos dos solos estudados (Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anátasio; Gt-goethita; Hm- hematita).

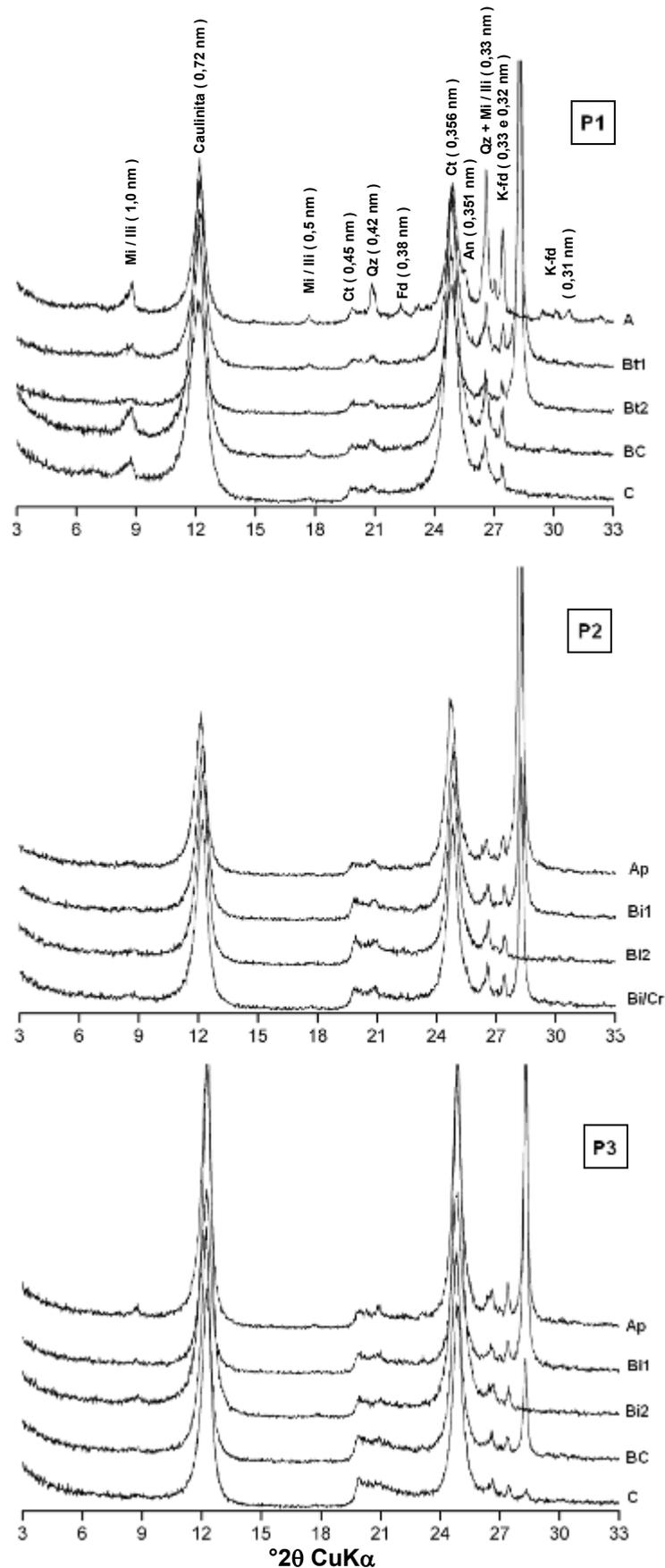


Figura 11- Difratogramas de raios X da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente dos solos estudados (lâminas orientadas). (Mi/lli-mica/ilita; Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anátasio).

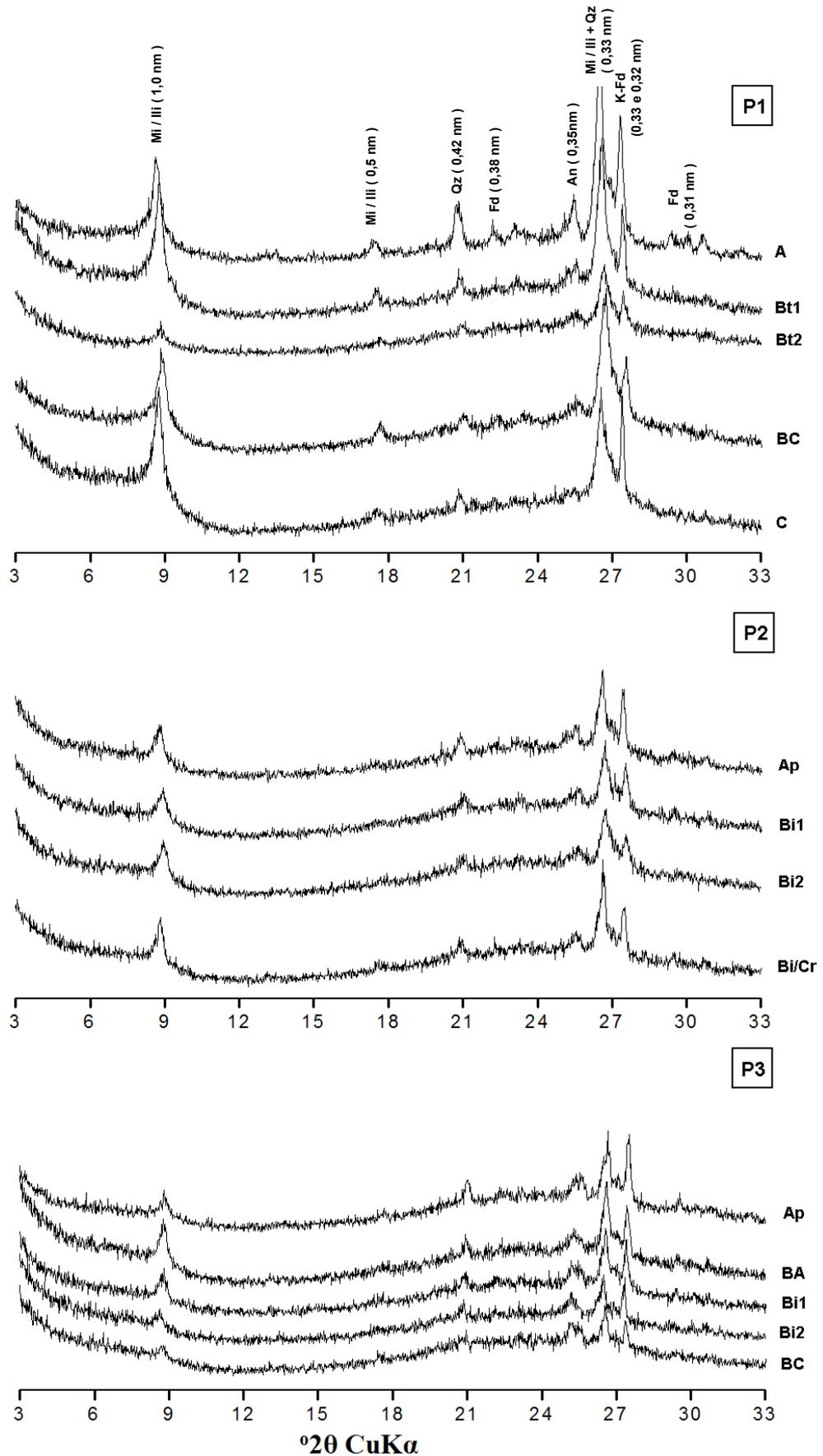


Figura 12- Difratoigramas de raios X da fração argila saturada com KCl após aquecimento a 550°C dos solos estudados (lâminas orientadas). (Mi/Ili-mica/ilita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anátasio).

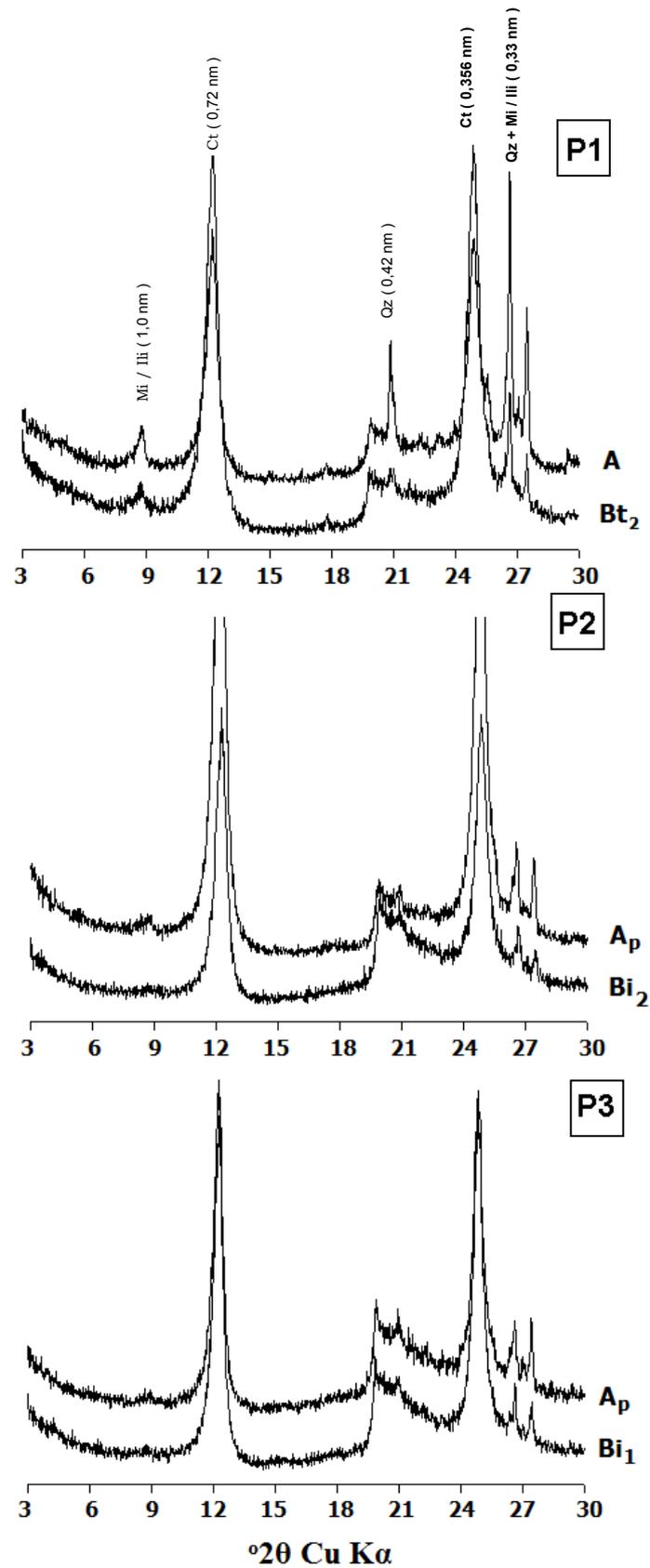


Figura 13- Difractogramas de raios X da fração argila saturada com MgCl_2 e sovatadas com etileno-glicerol dos horizontes superficiais e diagnósticos dos solos estudados (lâminas orientadas). (Mi/Ili-mica/ilita; Qz-quartzo; Ct - caulinita).

4.7 Petrografia

Para este estudo não foi possível realizar uma análise petrográfica mais detalhada, que será objeto de trabalhos posteriores. Por isso para embasamento das discussões é apresentada uma descrição simplificada da composição das rochas retiradas de cada perfil.

Conforme mostra a Tabela 6, abaixo, o material de origem de cada perfil apresenta pequenas diferenças quanto à composição e classificação. Todas as amostras fazem parte do mesmo batólito, sendo provavelmente oriundas do mesmo magma, motivo pelo qual, algumas estão associadas. Todavia, a variação nos teores de um ou mais elementos acabou por diferenciá-las. Esse fato dá indicativos que não há apenas a influência do clima na formação destes solos, o material de origem também imprime sua ação.

Apesar de ter sido simplificada, a descrição demonstra que existe uma variação nos teores de quartzo nas amostras, influenciando na textura dos solos estudados.

No caso do perfil de Serra Talhada, essa presença de minerais félsicos (principalmente quartzo) em quantidades variáveis, bem como o grau de intemperização variado dos materiais que o compõe, podem justificar os teores de areia mais elevados. Também a presença de pedaços de rochas arredondadas tanto na superfície como ao longo do perfil, são indicativos de processos de arraste de material das partes mais altas do relevo. Agbenin e Tiessen (1995), estudando uma topossequência em Serra Talhada, fizeram a mesma observação ressaltando a abundância de fragmentos de rochas tanto na porção mediana quanto na porção mais baixa demonstrando essa movimentação de material.

Essa variação no material de origem também influenciou na textura dos solos, que como já discutido, apresentou diferenças entre os perfis estudados.

Tabela 6 – Descrição simplificada das amostras de rochas retiradas dos perfis estudados

Identificação	Horizonte	Local	Mineralogia	Rocha
Lâmina ST-1	Superfície	Serra Talhada	microclina, pertita, minerais opacos (alguns euédricos, provalelemnete, magnetita, e outros anédricos, nitidamente ligados a alteração de minerais primários – anfibólios e/ou piroxênios), quartzo (10%), anfibólios (em avançado estado de alteração), zircão e apatita.	quartzo-sienito
Lâmina ST-Bt1	Bt1	Serra Talhada	microclina, pertita, minerais opacos (alguns euédricos, provavelmente, magnetita, e outros anédricos, nitidamente ligados a alteração de minerais primários – anfibólios e/ou piroxênios), quartzo (20%), titânita, zircão e apatita.	álcali-feldspato-granito
Lâmina ST- Bt2	Bt2	Serra Talhada	microclina, pertita, anfibólios (5%, em avançado estado de alteração, passando para óxido/hidróxido de Fe), zircão. Não quartzo.	sienito
Lâmina ST-BC	BC	Serra Talhada	microclina, pertita, plagioclásio (2%), anfibólio (uralita, proveniente da alteração hidrotermal do piroxênio) e piroxênio, ambos mostrando alteração para óxido/hidróxido de Fe), quartzo (1%), minerais opacos (alguns euédricos, provavelmente, magnetita, e outros anédricos, produto secundário dos minerais ricos em Fe), zircão, apatita.	sienito
Lâmina SC-Bi/CR	Bi/CR	Santa Cruz da Baixa Verde	microclina, pertita, plagioclásio (5%), anfibólio (15%) e piroxênio, ambos mostrando alteração para óxido/hidróxido de Fe), quartzo (10%), minerais opacos, zircão, apatita.	anfibólio-quartzo-sienito
Lâmina TR-Bi2	Bi2	Triunfo	feldspatos (altamente alterados para minerais de argila, porém mostrando contorno euédrico característico, sendo possível também observar, localmente, em alguns grãos as clivagens e a textura pertítica), piroxênios (euédricos a subédricos, mostrando claramente as clivagens basais, ortogonais); também bastante alterados para óxido/hidróxido de Fe), zircão, titanita. apesar de muito alterada, a ausência de quartzo e a alta porcentagem de pertita são indicativos para a interpretação desta rocha como um sienito	sienito

5 CONCLUSÕES

Os solos estudados são originados, principalmente, de rochas sieníticas, e foram, pelo menos em parte, formados na parte superior da topoclimossequência (Triunfo), onde sofreram um pré-intemperismo, e foram transportados para os pontos mais baixos, onde receberam influência de outras rochas.

Foi observado um gradiente de evolução dos solos ao longo da topoclimossequência, sendo o menos evoluído o perfil de Serra Talhada (P1) e o mais evoluído o de Triunfo (P3);

O clima, atuando principalmente pelo maior grau de umidade, não é o único fator de formação responsável pela variação dos solos ao longo da topoclimossequência, devendo-se ressaltar, também, a influência do material de origem e do relevo.

A textura mais arenosa do perfil de Serra Talhada foi consequência de uma maior participação de minerais félsicos (principalmente quartzo) na composição do material de origem, em virtude da sua posição topográfica, que facilita o depósito de materiais diversos das posições mais elevadas.

O perfil de Serra Talhada apresentou caráter distrófico, devido à influência de materiais graníticos no material de origem, mais pobres em elementos básicos.

A assembléia mineralógica das frações areia e silte dos solos estudados é constituída, principalmente, por quartzo, feldspatos e anatásio, enquanto a da fração argila é constituída principalmente por caulinita.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGBENIN, J. O.; TIESSEN, H. Phosphorus along a semi-arid tropical catena. **Geoderma**, v. 62, p. 345 – 362, 1994.

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

ALBUQUERQUE FILHO. M. R. de. Solos com morfologia latossólica caráter câmbico na região de Governador Valadares, médio Rio Doce, Minas Gerais: gênese e micromorfologia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.32, p. 259-270, 2008

ALMEIDA, J. A.; KAMPF, N.; ALMEIDA, R. Caracterização mineralógica de Cambissolos originados de rochas pelíticas nos patamares do Alto Rio Itajaí e no Planalto de Lajes (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas**, v. 21, p. 181-190, 1997.

ALVES, J. J. A. Geoecologia da caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. **Climatologia e Estudos de Paisagem, Rio Claro**, v.2 ,n.1, p. 58-71, 2007.

ANDRADE, H.; SCHAEFER, C. E.; DEMATTÊ, J. L. I.; ANDRADE, F.V. Pedogeomorfologia e micropedologia de uma sequência latossolo - areia quartzosa hidromórfica sobre rochas cristalinas do Estado do Amazonas. **Geonomos, Ouro Preto**, v. 5, n. 1, p: 55-66, 1997.

ANDRADE-LIMA, D. **Estudos fitogeográficos de Pernambuco**. *Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco* 5:305-341. 1960.

ANDRADE-LIMA, D. **Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco**. *Boletim Técnico*. Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, 8:3-9. 1966.

ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. *in*: PRANCE, G.T. (ed.). **Biological Diversification in the Tropics**. Columbia University Press, New York., 1982. p. 245-254

ARAÚJO, M. S. B.; SCHAEFER, C. E.R.; SAMPAIO, E. V.S.B. Soil phosphorus fractions from toposequences of semi-arid Latosols and Luvisols in northeastern Brazil. **Geoderma**, v. 119, p. 309–321, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. *In*: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. cap. 2, p. 9-26.

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

BLUME, H.P. e SCHWERTMANN, U. Genetic evaluation of profile distribution of aluminium, iron and manganese oxides. **Soil Science Society. American Proceeding, Madison, v.33, n.3, p. 438-444, 1969.**

BRASIL. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: Convênio MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1972. v.2 354p. (Boletim Técnico, 26).

BRASIL. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: Convênio MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1973. 713p. v. 1 (Boletim Técnico, 26).

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. X-ray Diffraction Procedures for clay mineral Identification *In*: BRINDLEY, G.W; BROWN, G. London: **Mineralogical Society**, 1980 chapter 5, p. 305-360.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; MC CRACKEN, R. J. **Soil genesis and classification.** Iowa: Iowa State University Press, 1973. 360 p.

BURGOS, N. *et al.* Solos: caracterização e ocorrência *In*: CAVALCANTI, F. J. de A. *et al.* **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação).** Recife: IPA, 1998. p. 24-25 il.

COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P. Caracterização e gênese de perfis plínticos desenvolvidos de arenito do grupo Bauru I - química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, p.483-494, 2003**

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

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, Viçosa, v.27, p.311-324, 2003.**

CORRÊA, M. M. **Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos Tabuleiros Costeiros.** Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 194 p.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; FONTES, M. P.F.; CURI, N. Propriedades cristalográficas de caulinitas de solos do ambiente Tabuleiros Costeiros, Amazônia e Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, p. 1857-1872, 2008a.**

CORREA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; FONTES, M. P.F.; TORRENT, J.; CURI, N. Caracterização de óxidos de ferro de solos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, p.1017-1031, 2008b.**

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

CHESWORTH, W. **Encyclopedia of Soil Science** New York: Springer, 2008 900 p. 510 il. 1ed.

CPRM/AD-DIPER . **Mapa Geológico do Estado de Pernambuco**. 2001. 215 p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Santa Cruz da Baixa Verde, Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Serra Talhada, Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 12 p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Triunfo, Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p.

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

DREES, L.R.; WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; SENKAYI, A.L. Silica in soils: Quartz and disordered Silica Polymorphs. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. **Minerals in soil environments**. 2nd ed. Madison: SSSA, 1989. p. 913-974.

DURIEZ, M.A.M.; JOHAS, R.A.L. **Alumínio extraível em solos: determinação espectrofotométrica pelo alaranjado de xilenol**. Rio de Janeiro, Embrapa-SNLCS, 1982. 16p. (Embrapa-CNPS. Documento, 1)

DUARTE, M. N.; CURI, N.; PÉREZ, D. V.; KÄMPF, N.; CLAESSEN, M. E. C. Mineralogia, química e micromorfologia de solos de uma microbacia nos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.6, p.1237-1250, jun. 2000**

EMBRAPA/SNLCS. **Critérios para a distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento, normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro: 1988. 67p. (Documento 11)

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA/CNPS. **Levantamentos de solos dos Estados do Nordeste**. Recife: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2001.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p 2 ed.

ESPIRITO SANTO, F. R. C. **Distribuição de óxidos de ferro em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central**

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

no Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988. 141p.

FANNING, D. S.; KERAMIDAS, V. Z.; EL-DESOKY, M. A. Micas. *In*: DIXON, J. B. e WEED, S. B., eds. **Minerals in Soil Environments** 2a ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.512-634.

FERRAZ, E. M.N.; RODAL, M.J.N. Caracterização fisionômica - estrutural de um remanescente de floresta ombrófila montana de Pernambuco, Brasil. **Acta bot. bras., v.20, n.(4), p. 911-926, 2006.**

FERREIRA, V. P; SIAL, A. N. The peralkalic magmatism in the Precambrian cachoeirinha-salgueiro foldbel, northeast Brazil: geochemical aspects. **Revista Brasileira de Geociências, v.16, n.1, p. 73-85, 1986.**

GIANLUPPI, D. **Morforlogia e gênese de solos do litoral-norte do Estado do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1979. 106p.

GOMES, J. B. V. et al. Mineralogia e micromorfologia de solos esqueléticos do bioma Cerrado, no leste de Goiás. **R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v.31, p. 875-886, 2007**

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

IBGE. **Censo demográfico 2007.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br>

INDA JUNIOR, A. V. **Caracterização de goethita e hematita em solos poligenéticos.** Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 123p.

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

JENNY, H. **Factors of soil formation:** a system of quantitative pedology. New York: McGRAW HILL. 281p. 1ed. 1941.

JONGERIUS, A.; HEINTZBERGER, G. **The preparation of mammoth-sized thin sections.** Wageningen: Soil Survey Istitute, 1960. p. 3-37. (Soil Survey Paper, 1).

KÄMPF, N. O ferro no solo. *In*: **REUNIÃO SOBRE FERRO EM SOLOS INUNDADOS, 1,** Goiânia, 1988. Anais... Goiânia, EMBRAPA - CNPAF, 1988, P.35-71.

KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de Ferro: indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos *in*: NOVAIS, R. F. de; ALVAREZ V., V. H.; SHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa: SBCS, 2001 v.1 p. 107-138.

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

KÄMPF, N. e CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. e ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.1-54

KÄMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Óxidos de ferro em latossolos do Brasil sul e sudeste. In: **Reunião de classificação, correlação de solos e interpretação de aptidão agrícola**, 3, Rio de Janeiro, 1988. Anais... Rio de Janeiro, EMBRAPA - SNLCS, SBCS, 1988. p. 153-184.

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

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Relações entre óxidos de ferro e a cor de solos caulíníticos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas**, v.7, p. 27-31, 1983.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. 263p.

KILMER, V.J. Silicon. In: **Methods of Soils Analysis**. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 959-962. (Agronomy, 9).

LACERDA, M. P. C.; ANDRADE, H. QUÉMÉNEUR, J. J. G. Correlação entre material de origem e perfis de alteração em solos com B textural na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 24, n.3, p. 585-596, jul-set, 2000

LAMEPE/ITEP. **Informações climáticas do Estado de Pernambuco**. Disponível em <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. 2009

LEMOS, M. S. S.. **Cambissolos desenvolvidos de calcário da Chapada do Apodi (RN): caracterização, uso e manejo**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1989

LESPCH, I. F.; PAULA, L. M. A. Fitólitos em solos sob cerradões do triângulo mineiro: relações com atributos e silício absorvido. **Rev. Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 6, n. 19 p. 185-190, 2006.

LINS, R.C. **As áreas de exceção do agreste de Pernambuco**. Sudene, Recife. 1989.

MA/DNPEA-SUDENE/DRN. **Levantamento Exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: 1973. 359 p.

MARQUES, F. A. **Caracterização e classificação de solos da Ilha de Fernando de Noronha (PE)**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004. 109p.

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

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.

MCKEAGUE, J.A. (ed.). **Manual on soil sampling and methods of analysis**. Canadian Society of Soil Science, 1978.

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.

MEKARU, T. e UEHARA, G. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, Madison, v.36, n.2, p. 296-300, 1972.

MELFI, G. P.; VOLKOFF, B. Natureza e distribuição dos compostos ferríferos nos solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.3, p. 47-54, 1979.

MELO, V. F.; COSTA, L. M.; BARROS, N. F.; FONTES, M. P. F.; NOVAIS, R. F. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.19, p.165-171, 1995.

MELO, V. F.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M.; NOVAIS, R. F.; FONTES, M. P. F.; Formas de potássio e magnésio em solos do Rio Grande do Sul e sua relação com o conteúdo na planta e com a produção em plantios de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.19, p. 159-164, 1995b.

MELO, V. F.; FONTES, M. P.F.; NOVAIS, R. F.; SINGH, B.; SCHAEFER, C. E. G. R. Mineralogia da fração areia, silte e argila de sedimentos do Grupo Barreiras, no município de Aracruz, Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.26, p.29-41, 2001.

MENEZES, R. S. C., M. S. GARRIDO, A. M. PEREZ M. **Fertilidade dos Solos no Semi-Árido**. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Recife, 17-22 de julho de 2005. CD-ROM.

MIELNICZUK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas**, v.1, p. 55-61, 1977.

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

MOREAU, A. M. S. dos S.; COSTA, L. M. da; KER, J. C. ; GOMES, F. H. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.30, p.1021-1030, 2006.

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

MOTA, J. C. A. et al. Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.31, p.445-454, 2007.**

MURPHY, C.P. **Thin section preparation of soils and sediments.** Berkhamsterd: Academic Publis., 1986. 145p.

OLIVEIRA, G. C. **Cambissolos da microrregião Campos da Mantiqueira (MG):** caracterização físico-hídrica e interpretação para manejo. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 62p.

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; JACOMINE, P. K. T.. Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 685-693, 2003.**

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; FERREIRA, M. G. V. X.; MERMUT, A. R. Mineralogia, micromorfologia e gênese de solos planossólicos do Sertão do Araripe, Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.665-678, 2004.**

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada.** Piracicaba: FEALQ, 2008 574 p. 3ed. il.

OLSON, V.J. Iron. In: **Methods of Soils Analysis.** Part 2. Chemical and microbiological propertier. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 959-962. (Agronomy, 9).

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Formas extraíveis de ferro em solos do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 371-982, 1999.**

POMBO, L. C. A. et al. Identificação de óxidos de ferro na fração argila de Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 12-18, 1982.**

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S. B. de R. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações.** Lavras: UFLA, 2005. 192p 1.ed..

RIBEIRO, H; KRASILCHIK, M.; PONTUSCHKA, N. N. **Pesquisa ambiental construção de um processo participativo de educação e mudança.** São Paulo: EdUSP, 2006

RODAL, M. J. N.; SALES, M. F.; SILVA, M. J.; SILVA, A. G. Flora de um Brejo de Altitude na escarpa oriental do planalto da Borborema, PE, Brasil. **Acta bot. bras., v.19, n.4, p. 843-858, 2005.**

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (Silte + Argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 297-300, 2005.**

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Óxidos de ferro jovens em ambientes pedogenéticos brasileiros **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.7, p. 251-255, 1983.**

SCHWERTMANN U. e TAYLOR R. M. Iron oxides. *In*: DIXON, J. B. e WEED, S. B., eds. **Minerals in Soil Environments** 2a ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. 379-438p.

SIMAS, F. N. B. et al. Chemistry, mineralogy and micropedology of highland soils on cristalline rocks of Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. **Geoderma, v.125, p. 187-201, 2005.**

SILVA, F.A.B; HERNÁNDEZ, M.I.M.; IDE, S.; Moura, R.S. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro-necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia, v.51, n.2, p. 228-233, 2007.**

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, Q. R.; PIRES, A. J. V.; DEL REI, A.J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.31, p.101-107, 2007.**

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

SOUBRAND-COLIN, M. et al. Geochemical behaviour of Ni, Cr, Cu, Zn and Pb in an Andosol–Cambisol climosequence on basaltic rocks in the French Massif Central. **Geoderma, v.137, p. 340–351, 2007.**

TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Uma Breve Descrição Sobre a História Natural dos Brejos Nordestinos *in*: **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba-História Natural, Ecologia e Conservação** (K.C. Porto, J.J.P. Cabral e M. Tabarelli, orgs.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.227-284. 2004.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 568 p.

TREMOCOLDI, W. A. Mineralogia dos silicatos e dos óxidos de ferro da fração argila de solos desenvolvidos de rochas básicas no Estado de São Paulo. **Revista de Biociência, Taubaté, v.9, n.1, p.15-22, jan-mar 2003.**

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia, Campinas, v.62, n.1, p.111-118, 2003**

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

VERDADE, F.da C. Análise química total *in*: MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. S. Paulo: EDUSP, 1972, p. 209-221 il.

WHITTING, L.D.; ALLARDICE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. Madison, Soil Sci. Soc of Am., 1986. p.331-359.

ANEXOS

DESCRIÇÃO GERAL

Perfil - P1.

Data - 16/04/2008.

Classificação – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto cambissólico, A fraco, textura média(leve)/média, fase pedregosa, caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado.

Localização – Lado esquerdo da rodovia Serra Talhada - Triunfo, nas coordenadas UTM 24M 0583481 mE e 9124968 mN, município de Serra Talhada, Pernambuco.

Situação e declividade - Terço médio de encosta suave no sopé do Maciço de Triunfo, com 4% de declividade.

Altitude - 490 m.

Formação geológica e litologia - Pré-cambriano. Granito e sienito.

Material originário - Saprolito de rocha do embasamento, com influência de materiais transportados.

Pedregosidade – Pedregoso.

Rochosidade – Pouco rochoso

Relevo local - Suave ondulado.

Relevo regional - Suave ondulado e ondulado, constituído por encostas do sopé do maciço de Triunfo.

Erosão - Laminar moderada.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação local - Caatinga hipoxerófila arbustiva densa, de formação secundária, com marmeleiro, catingueira, jurema branca, angico, imburana de cambão, mororó e aroeira.

Vegetação primária - Caatinga hipoxerófila arbóreo-arbustiva.

Uso atual - Área em pousio, utilizada como pastagem nativa.

Clima – BSw'h' da classificação de Köppen e 4aTh de Gaussen.

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro, V. S. Souza Jr., R.V. C. C. Souza, J. F. W. F. Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A - 0 – 15 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/4, úmido), bruno-claro (7,5YR 6/4, seco); franco-arenosa com cascalho; maciça pouco coesa e fraca pequena granular e blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 - 15 – 37 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido), amarelo-avermelhado (5YR 6/8, seco); franco-argilo-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; muito dura, friável e firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bt2 - 37 – 78 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido), amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco); franco-argilo-arenosa com cascalho; fraca muito pequena e pequena blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

BC - 78 – 105 cm; bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco); franco-argilo-arenosa cascalhenta; fraca pequena blocos subangulares; dura e muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

C - 105 – 130 cm; saprolito de rocha decomposta, com cores vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); transição abrupta e plana.

R – 130 cm+; rocha consolidada, descrita como sienito.

RAÍZES – Muitas em A, Bt2 e BC; comuns no Bt1; poucas no C.

OBSERVAÇÕES – 1. Muitos poros em todos os horizontes.

2. Presença de calhaus e matacões, predominantemente arredondados, de rocha na superfície. Calhau coletado foi descrito como quartzo sienito.

3. No lado oposto da trincheira, o “R” se apresentava a 100 cm.

4. Presença de cascalhos e calhaus arredondados de rocha semi-intemperizada de natureza variada ao longo do perfil. Amostras coletadas em diferentes horizontes foram classificadas como álcali-feldspato-granito e sienito.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS Perfil 1. Serra Talhada

Horizontes		Frações da amostra total (%)		Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				ADA (g kg ⁻¹)	GF (%)	Silte/argila	Densidade (g cm ⁻³)		Porosidade (%)
Símbolo	Prof (cm)	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				solo	partículas	
A	0-15	10	90	421	264	194	121	54	55	1,60	1,44	2,52	43
Bt1	15-37	3	97	269	280	197	254	87	66	0,77	1,55	2,67	42
Bt2	37-78	12	88	228	232	263	276	16	94	0,96	1,30	2,63	51
BC	78-105	40	60	227	254	223	296	8	97	0,75	---	---	---
C	105-130	39	61	380	231	285	104	10	90	2,74	---	---	---

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)										Pdisp (mg dm ⁻³)
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	H ⁺	Al ⁺³	Valor T (soma)	Valor V (%)	m (%)	
A	5,7	5,8	1,7	0,2	0,17	0,6	2,1	1,3	0,0	3,4	62	0	2,83
Bt1	4,3	4,5	0,8	0,3	0,14	0,00	1,2	1,8	0,7	3,7	33	35	0,41
Bt2	4,2	4,5	0,7	0,5	0,11	0,00	1,3	1,8	1,0	4,1	33	42	2,53
BC	4,2	4,4	0,8	0,4	0,1	0,06	1,4	1,8	1,0	4,2	33	41	2,56
C	4,4	4,5	1,2	0,6	0,1	0,06	2,0	0,3	0,7	3,0	67	26	0,99

Horizontes	Corg (g kg ⁻¹)	Ataque sulfúrico (dag kg ⁻¹)				SiO ₂	SiO ₂
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ (Ki)	R ₂ O ₃ (Kr)
A	0,54	0,77	0,77	0,74		1,69	1,05
Bt1	0,27	1,95	2,34	1,38		1,42	1,03
Bt2	0,26	2,40	3,26	1,50		1,25	0,97
BC	0,24	1,75	2,25	1,39		1,32	0,95
C	0,10	2,33	2,43	1,55		1,63	1,16

DESCRIÇÃO GERAL

Perfil - P2.

Data - 16/04/2008.

Classificação – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado

Localização - Margem direita da estrada Serra Talhada – Triunfo, nas coordenadas UTM 24M 0590416 mE e 9129980 mN, município de Santa Cruz da Baixa Verde, Pernambuco.

Situação e declividade - Terço médio de encosta com 25% de declividade.

Altitude -- 774 m

Formação geológica e litologia - Pré-cambriano. Sienito

Material Originário - Saprolito de rocha do embasamento, com influência de transporte de pouca distância.

Pedregosidade - Muito pedregoso

Rochosidade – Rochoso. Presença de boulders.

Relevo local - Forte ondulado.

Relevo regional - Forte ondulado e montanhoso, constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

Erosão - Laminar severa e em sulcos e voçorocas repetidos com frequência.

Drenagem – Bem a acentuadamente drenado.

Vegetação local – Culturas de subsistência e fruteiras.

Vegetação regional - Floresta subcaducifólia.

Uso atual - Cultivos de feijões guandu e macassar, milho e fruteiras (pinha, caju, seriguela)

Clima – Aw'da classificação de Köppen e 4bTh de Gaussen.

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro, V. S. Souza Jr., R.V. C. C. Souza, J. F. W. F. Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0 – 15 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco); franco-argilo-arenosa; maciça pouco coesa e fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura e dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

Bi1 - 15 – 32 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); franco-argilosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bi2 - 32 – 60 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); franco-argilosa; fraca pequena blocos subangulares; muito dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bi/Cr - 60 – 140 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido), mosqueado comum, médio a grande e distinto (10 YR 6/8); franco-argilo-arenosa cascalhenta; fraca pequena blocos subangulares; muito dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (95-155cm).

R – 140 cm+; rocha consolidada. Fragmento coletado no Bi/Cr foi classificado como anfibólio-quartzo-sienito.

RAÍZES – Muitas no A e Bi1, comuns no Bi2 e Bi/Cr.

OBSERVAÇÕES – 1. Muitos poros em todos os horizontes.

2. Presença de calhaus e matacões de sienito na superfície, predominantemente arredondados.

4. Presença de poucos cascalhos e calhaus arredondados de rocha semi-intemperizada ao longo do perfil.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS
Perfil 2. Santa Cruz da Baixa Verde

Horizontes		Frações da amostra total (%)		Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				ADA (g kg ⁻¹)	GF (%)	Silte/argila	Densidade (g cm ⁻³)		Porosidade (%)
Símbolo	Prof (cm)	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				solo	partículas	
Ap	0-15	4	96	219	258	247	276	129	53	0,89	1,19	2,60	54
Bi1	15-32	4	96	191	244	250	315	70	78	0,79	1,17	2,61	55
Bi2	32-60	4	96	176	232	285	307	6	98	0,92	1,28	2,61	51
Bi/CR	60-140	21	79	233	234	282	251	9	96	1,12	1,32	2,63	50

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmolc kg ⁻¹)							Valor T (soma)	Valor V (%)	m (%)	Pdisp (mg dm ⁻³)
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	H ⁺	Al ³⁺				
Ap	5,4	4,8	2,0	0,7	0,01	0,06	2,9	2,0	0,0	4,9	60	0,0	3,59
Bi1	5,3	4,5	1,5	0,6	0,06	0,00	2,2	1,6	0,0	3,8	57	0,0	1,91
Bi2	4,9	4,4	1,0	0,7	0,06	0,06	1,8	1,3	0,1	3,3	57	4,7	2,70
Bi/CR	4,7	4,1	0,5	0,6	0,07	0,06	1,2	1,0	0,3	2,5	49	17,0	5,29

Horizontes	Corg (g kg ⁻¹)	Ataque sulfúrico (dg kg ⁻¹)			<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	<u>SiO₂</u> R ₂ O ₃	<u>Al₂O₃</u> Fe ₂ O ₃
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	(Ki)	(Kr)	
Ap	1,02	2,52	3,07	1,31	1,40	1,10	
Bi1	0,35	2,69	3,39	1,76	1,35	1,01	
Bi2	0,24	3,04	3,67	1,76	1,41	1,08	
Bi/CR	0,20	2,89	4,08	1,85	1,20	0,93	

SOUZA, R. V. C. C. de. Caracterização de solos em uma topoclimossequência...

Perfil - P3

Data - 17/04/2008

Classificação – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia relevo forte ondulado.

Localização – Próximo à cidade de Triunfo, na margem direita da estrada Triunfo – Flores, coordenadas UTM 24M 0600120 mE e 9132250 mN.

Situação e declividade - Terço médio de encosta com 16% de declividade no local, próximo ao topo das serras mais altas.

Altitude - 987 m

Formação geológica e litologia - Pré- cambriano. Sienito.

Material Originário - Saprolito de rocha do embasamento com provável influência de transporte de curta distância de materiais das partes mais altas.

Pedregosidade - Ausente no local (a pedregosidade foi removida).

Relevo local - Forte ondulado.

Relevo regional - Forte ondulado e montanhoso

Erosão - Laminar moderada e severa (no local), com sulcos e voçorocas nos arredores.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação local – Campo preparado para plantio de cana-de-açúcar.

Vegetação regional - Floresta subcaducifólia.

Uso Atual - Cultivos de cana-de-açúcar, banana e fruteiras.

Clima – Cw'a da classificação de Köppen, 4cTh da classificação de Gaussen.

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro, V. S. Souza Jr., R.V. C. C. Souza, J. F. W. F. Lima.

Ap - 0 – 18 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/4; seco); franco-argilosa; moderada pequena granular e fraca pequena blocos subangulares; dura e muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (14-22cm).

BA - 18 – 39 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/4, úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6; seco); argila; fraca pequena blocos subangulares; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Bi1 - 39 – 70 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/8; seco); argila; moderada muito pequena e pequena blocos subangulares; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

Bi2 - 70 – 110 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); franco-argilosa; fraca muito pequena e pequena blocos subangulares; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

BC - 110 – 170 cm+; vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); franco-argilosa; fraca pequena blocos subangulares; muito dura, muito friável, plástica e pegajosa.

RAÍZES – Muitas em A, BA, Bi1 e Bi2; comuns no BC.

OBSERVAÇÕES – 1. Muitos poros em todos os horizontes.

2. A pedregosidade superficial do perfil foi removida para o cultivo da cana-de-açúcar.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS
Perfil 3. Triunfo

Horizontes		Frações da amostra total (%)		Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				ADA (g kg ⁻¹)	GF (%)	Silte/argila	Densidade (g cm ⁻³)		Porosidade (%)
Símbolo	Prof (cm)	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				solo	partículas	
Ap	0-18	1	99	106	197	399	300	193	36	1,33	1,39	2,69	48
BA	18-39	1	99	73	179	334	415	145	65	0,80	1,29	2,60	50
Bi1	39-70	1	99	73	183	340	404	16,5	96	0,84	1,17	2,72	57
Bi2	70-110	3	97	88	233	293	386	8,8	98	0,75	1,21	2,74	56
BC	110-170+	3	97	66	193	391	350	14,8	96	1,11	1,29	2,58	50

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							Valor T (soma)	Valor V (%)	m (%)	Pdisp (mg dm ⁻³)
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	H ⁺	Al ⁺³				
A	5,6	5,8	2,8	1,3	0,29	0,06	4,5	1,3	0,0	5,8	77	0	1,37
BA	5,4	5,6	2,3	1,0	0,06	0,00	3,4	2,0	0,0	5,4	63	0	1,61
Bi1	5,6	5,9	1,9	1,0	0,06	0,00	3,0	1,1	0,0	4,1	73	0	2,46
Bi2	5,9	6,2	1,7	0,6	0,06	0,06	2,4	1,5	0,0	3,9	61	0	3,86
BC	6,1	6,5	1,2	0,7	0,04	0,06	2,0	0,9	0,0	2,9	70	0	3,86

Horizontes	C orgânico (g kg ⁻¹)	Ataque sulfúrico (g kg ⁻¹)			SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ (Ki)	R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
A	0,59	2,60	3,77	2,97	1,17	0,78	
BA	0,66	3,04	3,60	2,33	1,43	1,02	
Bi1	0,48	3,02	4,24	2,57	1,21	0,87	
Bi2	0,44	2,89	4,55	2,96	1,08	0,76	
BC	0,31	2,67	4,16	2,70	1,09	0,77	