

JÚLIO GUILHERME DA COSTA LIMA

**EVOLUÇÃO MINERALÓGICA DE SOLOS DE REFERÊNCIA DE PERNAMBUCO
EM DIFERENTES REGIÕES FISIAGRÁFICAS**

RECIFE - PE

2005

JÚLIO GUILHERME DA COSTA LIMA

**EVOLUÇÃO MINERALÓGICA DE SOLOS DE REFERÊNCIA DE PERNAMBUCO
EM DIFERENTES REGIÕES FISIAGRÁFICAS**

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

Orientadora

Prof.^(a) Sheila Maria Bretas Bittar, Dr.^(a)

Co . Orientadores

Prof. Mateus Rosas Ribeiro, Ph. D.

Prof.^(a) Sandra de Brito Barreto, Dr.^(a)

RECIFE - PE

2005

Catálogo na Fonte
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central . UFRPE

L732e Lima, Julio Guilherme da Costa
Evolução mineralógica de solos de referência de
Pernambuco em diferentes regiões fisiográficas / Julio
Guilherme da Costa Lima. -- 2005.
150 f. : il.

Orientadora: Sheila Maria Bretas Bittar.
Dissertação (Mestrado em Agronomia . Ciência do
Solo) . Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Agronomia.
Inclui bibliografia e anexo

CDD 631.411

1. Solo
 2. Mineralogia
 3. Intemperismo
 4. Processos exógenos
 5. Perfil de alteração
- I. Bittar, Sheila Maria Bretas
 - II. Título

JÚLIO GUILHERME DA COSTA LIMA

**EVOLUÇÃO MINERALÓGICA DE SOLOS DE REFERÊNCIA DE PERNAMBUCO
EM DIFERENTES REGIÕES FISIAGRÁFICAS**

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

Dissertação defendida e aprovada em 15 de julho de 2005 pela banca examinadora:

Orientadora:

Dr.^(a) Sheila Maria Bretas Bittar

Examinadores:

Dr. José Coelho de Araújo Filho

Dr.^(a) Sandra de Brito Barreto

Dr.^(a) Maria Betânia Galvão dos Santos Freire

A minha mãe, Maria José,
meu irmão, Frederico
Guilherme, minha namorada,
Cynthia Viviene, e a toda a
minha família e amigos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, o Mestre dos Mestres, pela oportunidade concedida e por ter nos dado discernimento, humildade, esperança e força para vencer os obstáculos e seguir adiante.

A minha mãe, Maria José dos Santos Costa Lima, pelo apoio, incentivo, educação, dedicação, carinho, exemplo de pessoa, amor incondicional e pelas lições de vida e momentos felizes e inesquecíveis desfrutados, além da construção e formação de valores e de caráter éticos.

A meu irmão, Frederico Guilherme da Costa Lima, pela ajuda nos momentos difíceis, convivência harmoniosa e sincera e amizade sólida e verdadeira.

As minhas avós, Alzira Tavares de Menezes Santos e Maria Gilda Wanderley Duarte Lima, pelo amor, carinho, educação e pelos ensinamentos transmitidos ao longo dos anos.

As minhas tias, Maria das Graças dos Santos, Maria José Alves Cardoso, Maria Josimar Santos, Marinete Maria Alves, Murilo Duarte da Costa Lima, a minha madrinha, Maria Stella Wanderley Duarte da Costa Lima e aos meus primos, Ana Carolina Alves Pedrosa, Leonardo Devilles Santos e Valéria Aline Alves Oliveira, pelos ensinamentos, ajuda inestimável, paciência e compreensão.

A toda a minha família, na figura dos meus tios, tias, primos, primas e padrinho, pelos exemplos de vida e pela ajuda e apoio oferecidos.

A minha namorada, Cyntia Viviane Macedo Ribeiro, pelo amor, carinho, estímulo, companheirismo, paciência e compreensão dedicados ao longo da nossa história.

A minha orientadora, professora Sheila Maria Bretas Bittar, pela iniciação científica e orientação precisa e segura tanto no estágio de docência como na execução da dissertação e pelo apoio, carinho, paciência, amizade, dedicação, confiança, além dos momentos felizes e marcantes e das discussões valiosas e sadias.

Aos meus co-orientadores, professores Mateus Rosas Ribeiro e Sandra de Brito Barreto, pela orientação paciente, amizade e confiança construídos, ajuda incomensurável e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos professores José Coelho de Araújo Filho e Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, pela amizade, ajuda, confiança e pelos conselhos, sugestões e ensinamentos propostos e transmitidos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realização do curso e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante o transcorrer do curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS), pelos ensinamentos transmitidos.

Aos alunos do Mestrado em Ciência do Solo, turma 2003, Arlete Côrtes Barreto, Eduardo César Medeiros Saldanha, Euzelina dos Santos B. Inácio, Gledson Guedes Correia, Gutemberg de Almeida da Costa, Isaac Gomes Leal, José de Castro Menezes, José Valdemir Tenório da Costa, Júlio César Patrício de Souza Lima, Luiz Augusto Costa Fernandes, Rita de Cássia Rodrigues da Silva e Romero Areias Lima, pela ajuda, incentivo, convivência e pelos momentos de descontração e felicidade.

Aos meus amigos/irmãos Eduardo César Medeiros Saldanha, Júlio César Patrício de Souza Lima e Gledson Guedes Correia, pelo incentivo, sinceridade, ajuda, amizade sólida e sincera, além dos momentos descontraídos e alegres desfrutados ao longo dessa jornada.

Aos demais alunos de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Alexandre T. da Rocha, Ana Cristiane Q. Santos, Carlos Eduardo S. de Sousa, Évio Eduardo C. de Melo, Francisco X. dos Santos, Hernande Pereira da Silva, Izabel Cristina de L. Galindo, Izabelle P. Andrade, Karina Patrícia V. da Cunha, Marcela Campanharo, Maria de Fátima da Silva, Michelangelo de Oliveira Silva, Patrícia Maia de Moura, Priscila

Alves de Lima, Sandro A. Bezerra, Sandro Barbosa Figueira, Sebastião José de Arruda Júnior, pela ajuda, amizade e convivência.

Aos funcionários da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP) pela ajuda na obtenção e leitura dos difratogramas de raios-X e do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP) pela realização das análises de fluorescência de raios-X para elementos maiores.

Aos funcionários responsáveis pelos laboratórios de Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Anacleto José da Fonseca Júnior, Sidrack José Camilo de Melo, Josias F. Cavalcanti e Enéas Luciano B. Queiroz, pela realização das análises laboratoriais, ajuda e amizade construída.

Aos funcionários da Secretaria de Solos, Maria do Socorro de Santana, Severino dos Ramos Bastos, Josué Camilo de Melo e José Fernando W. Fernandes de Lima, pela ajuda, amizade e pelos momentos felizes desfrutados.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Intemperismo e fatores de formação dos solos	4
2.2. O Estudo do meio físico do Estado de Pernambuco	7
2.2.1. Localização, limites e extensão	7
2.2.2. Geologia e material de origem	7
2.2.3. Geomorfologia e relevo	10
2.2.4. Clima	13
2.2.5. Cobertura vegetal primitiva e uso atual dos solos	16
2.2.6. Solos	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 Solos Estudados	23
3.2. Trabalhos de Campo	24
3.3. Trabalhos de Laboratório	24
3.3.1. Análises granulométricas	24
3.3.2. Análise mineralógica das frações grossas	25
3.3.3. Pré-tratamento de amostras e preparo de lâminas para análise por difratometria de raios-X (DRX)	25
3.3.4. Análise por difratometria de raios-X (DRX)	26
3.3.5. Confeccção das lâminas delgadas do material de origem	28
3.3.6. Análises petrográficas	28
3.3.7. Preparação das amostras para análise química por fluorescência de raios-X (FRX)	29
3.3.8. Análise química por fluorescência de raios-X (FRX)	29
3.3.9. Determinação dos índices pedogeoquímicos Ki e Kr	29

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Granulometria e Mineralogia dos solos estudados	30
4.1.1. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4)	30
4.1.2. CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5)	43
4.1.3. ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16)	54
4.1.4. NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35)	65
4.1.5. LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29)	71
4.1.6. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34)	79
4.2. Mineralogia do material de origem	87
4.2.1. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4)	87
4.2.2. CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5)	87
4.2.3. ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16)	88
4.2.4. NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35)	88
4.2.5. LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29)	88
4.2.6. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34)	89
4.3. Estudo da alteração dos minerais primários	90
4.3.1. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4)	91
4.3.2. CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5)	93
4.3.3. ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16)	94
4.3.4. NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35)	96
4.3.5. LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29)	97
4.3.6. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34)	99
4.4 Índices pedogeoquímicos e evolução dos solos	100
5. CONCLUSÕES	105
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
7. ANEXOS	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 . Mapa esquemático das zonas fisiográficas do Estado de Pernambuco com a localização dos solos estudados e os municípios próximos (modificado de Jacomine <i>et al.</i> , 1973).	8
Figura 2 . Mapa tectono-geológico simplificado do Estado de Pernambuco com a localização dos solos estudados (modificado de Gomes, 2001).	9
Figura 3 . Mapa simplificado com a demarcação das unidades geomorfológicas do Estado de Pernambuco e a localização dos solos estudados (modificado de Jacomine <i>et al.</i> , 1973).	11
Figura 4 . Mapa simplificado com a demarcação das zonas climáticas, segundo a classificação de Koeppen, para o Estado de Pernambuco e a localização dos solos estudados (modificado de Jacomine <i>et al.</i> , 1973).	14
Figura 5 . Mapa simplificado com a demarcação das zonas climáticas, segundo a classificação de Gaussen, para o Estado de Pernambuco e a localização dos solos estudados (modificado de Jacomine <i>et al.</i> , 1973).	15
Figura 6 . Mapa simplificado com a demarcação das coberturas vegetais primitivas existentes no Estado de Pernambuco e a localização dos solos estudados (modificado de Jacomine <i>et al.</i> , 1973).	17
Figura 7 . Mapa simplificado com a demarcação das principais classes de solos do Estado de Pernambuco (modificado de Jacomine <i>et al.</i> , 1973).	19
Figura 8 . Distribuição granulométrica da TFSA do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).	30
Figura 9 - Composição mineralógica da fração cascalho do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).	31
Figura 10 - Composição mineralógica da fração areia grossa do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4)	32
Figura 11 - Composição mineralógica da fração areia fina do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).	33
Figura 12 (a) . Difratogramas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes A e B.	34
Figura 12 (b) . Difratogramas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes Bt ₁ e Bt ₂ .	35
Figura 12 (c) . Difratogramas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes BC e C.	36

Figura 13 . Difrátogramas de raios-X de K 25°C da fração silte de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).	37
Figura 14 (a) . Difrátogramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes A e AB.	39
Figura 14 (b) . Difrátogramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes Bt ₁ e Bt ₂ .	40
Figura 14 (c) . Difrátogramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes BC e C.	41
Figura 15 . Difrátogramas de raios-X de K 25°C da fração argila de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).	42
Figura 16 . Distribuição granulométrica da TFSA do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	43
Figura 17 - Composição mineralógica da fração cascalho do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	44
Figura 18 - Composição mineralógica da fração areia grossa do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	45
Figura 19 - Composição mineralógica da fração areia fina do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	46
Figura 20 (a) . Difrátogramas de raios-X da fração silte do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5): horizontes Ap e Bt .	48
Figura 20 (b) . Difrátogramas de raios-X da fração silte do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5): horizontes C e Cr.	49
Figura 21 . Difrátogramas de raios-X de K 25°C da fração silte de todos os horizontes do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	50
Figura 22 (a) . Difrátogramas de raios-X da fração argila do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5): horizontes Ap e Bt.	51
Figura 22 (b) . Difrátogramas de raios-X da fração argila do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5): horizontes C e Cr.	52
Figura 23 . Difrátogramas de raios-X de K 25°C da fração argila de todos os horizontes do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	53
Figura 24 . Distribuição granulométrica do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	54
Figura 25 - Composição mineralógica da fração cascalho do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	55

Figura 26 - Composição mineralógica da fração areia grossa do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	57
Figura 27 - Composição mineralógica da fração areia fina do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	57
Figura 28 (a) . Difratoformas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16): horizontes Ap e Bt ₁ .	59
Figura 28 (b) . Difratoformas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16): horizontes Bt ₂ e C/Cr.	60
Figura 29 . Difratoformas de raios-X de K 25°C da fração silte de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	61
Figura 30 (a) . Difratoformas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16): horizontes Ap e Bt ₁ .	62
Figura 30 (b) . Difratoformas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16): horizontes Bt ₂ e C/Cr.	63
Figura 31 . Difratoformas de raios-X de K 25°C da fração argila de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	64
Figura 32 . Distribuição granulométrica do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).	65
Figura 33 - Composição mineralógica da fração areia grossa do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).	66
Figura 34 - Composição mineralógica da fração areia fina do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).	67
Figura 35 . Difratoformas de raios-X da fração silte do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).	68
Figura 36 . Difratoformas de raios-X da fração argila do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).	70
Figura 37 . Distribuição granulométrica da TFSA do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).	71
Figura 38 - Composição mineralógica da fração areia grossa do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).	73
Figura 39 - Composição mineralógica da fração areia fina do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).	74
Figura 40 . Difratoformas de raios-X da fração silte do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).	76

Figura 41 . Difratogramas de raios-X da fração argila do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).	78
Figura 42 . Distribuição granulométrica do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	79
Figura 43 - Composição mineralógica da fração calhaus do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	80
Figura 44 - Composição mineralógica da fração cascalho do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	81
Figura 45 - Composição mineralógica da fração areia grossa do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	82
Figura 46 - Composição mineralógica da fração areia fina do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	83
Figura 47 . Difratogramas de raios-X da fração silte do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	85
Figura 48 . Difratogramas de raios-X da fração argila do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	86
Figura 49 . Material de origem do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29): detalhe decristal de plagioclásio (Plg) em processo de sericitização (Se . sericita e Argil . argilominerais). Aumento 40x; nicóis X).	89
Figura 50 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).	102
Figura 51 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).	102
Figura 52 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).	103
Figura 53 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).	103
Figura 54 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).	104
Figura 55 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).	104

Lima, Júlio Guilherme da Costa. Ms. Sc. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 15 de julho de 2005. Evolução Mineralógica de Solos de Referência de Pernambuco em diferentes regiões fisiográficas. Orientadora: Prof.^(a) Sheila Maria Bretas Bittar. Conselheiros: Prof. Mateus Rosas Ribeiro, Prof.^(a) Sandra de Brito Barreto

RESUMO

Intemperismo é o conjunto de processos exógenos naturais de ordem física, química e biológica que causa a alteração dos minerais primários constituintes das rochas, que se formaram sob condições magmáticas, hidrotermais, metamórficas ou sedimentares. O intemperismo resulta na formação de novas fases minerais, mais estáveis às novas condições físico-químicas vigentes, constituindo assim os minerais secundários, em especial os argilominerais. A ação do intemperismo varia de região para região sendo condicionada pelos seus fatores controladores, com destaque para o clima. Neste contexto o presente trabalho gera informações e estabelece considerações sobre a evolução mineralógica ao longo do perfil de alteração de seis Solos de Referência do Estado de Pernambuco, desenvolvidos a partir de materiais de origem de mineralogia semelhante, visando estabelecer comparações entre as transformações mineralógicas ocorridas sob condições de relevo, clima e vegetação distintas. Neste sentido procedeu-se a caracterização mineralógica das frações granulométricas do solo, o estudo petrográfico do material de origem e a análise química dos elementos maiores presentes em todos os horizontes e no seu material de origem. Analisando os resultados, observou-se que os minerais primários são decompostos mais prontamente nas condições climáticas da zona fisiográfica do Litoral e Mata, com clima quente e úmido e intemperismo químico forte, quando comparado com as zonas do Agreste e Sertão, com climas de transição e semi-árido, com intemperismo físico forte.

Lima, Júlio Guilherme da Costa. Ms. Sc. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 15 de julho de 2005. Evolução Mineralógica de Solos de Referência de Pernambuco em diferentes regiões fisiográficas. Orientadora: Prof.^(a) Sheila Maria Bretas Bittar. Conselheiros: Prof. Mateus Rosas Ribeiro, Prof.^(a) Sandra de Brito Barreto

ABSTRACT

Weathering is a natural physical, chemical and biological exogenic process that cause alteration on rock forming primary minerals formed under magmatic, hydrothermal, metamorphic or sedimentary conditions. Weathering results in the formation of new mineral phases, more stable under the new physico-chemical conditions, thus resulting in secondary minerals, in special the clay minerals. The weathering intensity varies from region to region conditioned by weathering factors, particularly by the climate. In this context, the present work generates informations and considerations on the mineralogical evolution along the alteration profile of six Benchmark Soils of Pernambuco State, developed on parent materials of similar mineralogy, aiming to establish comparisons between mineralogical transformations under different conditions of relief, climate and vegetation. In this sense, mineralogical characterization of sand, silt and clay soil fractions were carried out, together with a petrographic study of the parent material and total chemical analysis of the major elements in soil horizons and parent material. The results showed that the primary minerals were more easily decomposed under climatic conditions of the physiographic zone of the ~~%litoral+~~ and ~~%Mata+~~, with humid tropical climate and strong chemical weathering, when compared with the zones of the ~~%Agreste+~~ and ~~%Sertão+~~, with sub-humid and semiarid climates and strong physical weathering.

1. INTRODUÇÃO

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, através do grupo de pesquisa em "Gênese, Morfologia e Classificação de Solos" composto por professores, pesquisadores e alunos da Área de Solos do Departamento de Agronomia (DEPA), coordenado pelos professores Mateus Rosas Ribeiro e Paulo Klinger Tito Jacomine, vem desenvolvendo desde 1995 o projeto "Solos de Referência de Pernambuco+ (SRPE), que visa caracterizar por meio de análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas os solos de maior expressão geográfica e/ou importância agrícola do Estado. Durante o desenvolvimento do citado projeto, além da amostragem usual (coleta das amostras indeformadas e deformadas dos solos), também foram coletados macromonolitos dos perfis selecionados para comporem, juntamente com os dados analíticos obtidos, o Centro de Referência e Informação de Solos do Estado de Pernambuco. Este centro localiza-se no Centro de Pesquisa de Solos da UFRPE, que constitui num importante instrumento de apoio ao ensino e a pesquisa, visando o uso sustentável do solo e o desenvolvimento do Estado de Pernambuco.

Dentro dessa óptica, o presente trabalho visa gerar informações e estabelecer considerações sobre a evolução mineralógica ao longo do perfil de alteração de 6 (seis) Solos de Referência do Estado de Pernambuco. Dentre os Solos de Referência, foram selecionados aqueles desenvolvidos a partir de material de origem constituído por mineralogia semelhante (gnaisse, granito e xistos feldspáticos) para se estabelecer comparações entre as transformações mineralógicas ocorridas ao longo do perfil de alteração de solos localizados sob condições climáticas e de vegetação distintas (tropical úmido/floresta tropical e semi-árido/caatinga) e sob relevo variando de suave ondulado a forte ondulado. Para atingir este objetivo procedeu-se a caracterização mineralógica das frações granulométricas do solo, o estudo petrográfico do material de origem, e a análise química dos elementos maiores presentes nos horizontes dos solos e em seu material de origem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Intemperismo e fatores de formação dos solos

As rochas constituintes da crosta terrestre, quando expostas à atmosfera, sofrem a ação direta do calor do sol, da umidade das chuvas e do crescimento de organismos, dando início a processos dos quais decorrem inúmeras modificações no aspecto físico e na composição química dos minerais. A esses processos dá-se o nome de intemperismo ou meteorização (Lepsch, 2002).

Intemperismo é o conjunto de processos exógenos naturais de natureza física, química e biológica que causa a alteração das rochas e dos minerais da superfície terrestre resultando em produtos que estejam mais em equilíbrio com novas condições físico-químicas, diferentes das que deram origem à maioria dessas rochas e minerais (Ollier, 1969 e 1975).

O intemperismo físico corresponde à ruptura das rochas da crosta terrestre por solicitação de esforços mecânicos, como por exemplo: alívio de pressão, cristalização ou congelamento da água em poros e fraturas e expansão térmica gerada pelo aquecimento da rocha. Este tipo de intemperismo, predominante nas áreas de temperatura elevada e pluviosidade baixa, geralmente, fragmenta as rochas aumentando a sua superfície exposta ao ar e a água, abrindo caminho e facilitando a ação do intemperismo químico (Zarauza *et al.*, 1977; Teixeira *et al.*, 2001; Lepsch, 2002).

O intemperismo químico ocorre quando o equilíbrio do conjunto de átomos que constitui o mineral é rompido através de reações químicas que conduzem, em geral, a formação de minerais secundários mais estáveis às novas condições físico-químicas vigentes. O agente principal de intemperismo químico é a água e as principais reações químicas são: dissolução, oxidação, redução, hidratação, hidrólise, carbonatação e quelação. O intemperismo químico, predominante em regiões de temperatura e pluviosidade altas, é um processo extremamente importante, visto que leva à formação de minerais secundários, em especial os argilominerais (Teixeira *et al.*, 2001; Suguio, 2003).

O intemperismo biológico age por meio da atuação conjunta de esforços mecânicos ou reações químicas produzidos pelos organismos como, por exemplo, através da ação de cunha de raízes, escavação de animais e dos ácidos orgânicos vegetais e animais.

A ação do intemperismo sobre a rocha produz o regolito, ou seja, um material semiconsolidado e alterado, que, através dos processos pedogenéticos de adição, perda, translocação e transformação de materiais, solutos e energia evolui para a formação dos solos (Sumner, 2000).

O solo é o produto da interação dos fatores de sua formação: material de origem, clima, relevo, organismos e tempo (Jenny, 1941), capaz de sustentar a vida vegetal superior.

As características da rocha matriz que mais diretamente influenciam na gênese do solo são a composição química e mineralógica, a resistência mecânica e a textura. O conhecimento destas características auxilia na inferência de importantes propriedades físicas e químicas dos solos. Indiretamente, a rocha matriz interfere no tipo de vegetação e relevo (Vieira, 1988; Oliveira *et al.*, 1992).

O clima, através, principalmente, da temperatura e precipitação, afeta diretamente o caráter e a intensidade do intemperismo, produzindo o material de origem e nestes promovendo a formação dos solos. Além disto, influencia na quantidade de água que percola o solo, na ascensão capilar, na drenagem, na profundidade, no conteúdo de bases trocáveis e acidez, na erosão, no teor da fração argila, na atividade biológica e na quantidade de matéria orgânica. Indiretamente o clima afeta, principalmente, a cobertura vegetal (Jenny, 1941; Oliveira *et al.*, 1992; Resende *et al.*, 1999).

O relevo atua diretamente na dinâmica da água no solo, controlando o escoamento superficial e a infiltração. Entre as propriedades do solo influenciadas pelo relevo, temos: profundidade, diferenciação dos horizontes, espessura do horizonte A, teor de matéria orgânica, lixiviação, eluviação, acidez, características do lençol freático e erosão. Indiretamente o relevo interfere no zoneamento vertical do clima e na exposição das encostas (Jenny, 1941; Oliveira *et al.*, 1992; Resende *et al.*, 1999).

Os organismos, representados pela macro e micro fauna e pela macro e micro flora, atuam na formação do solo homogeneizando e granulando as partículas, promovendo a subdivisão dos materiais mais grossos, protegendo e controlando o solo da ação do clima, fornecendo matéria orgânica, realizando remanejos mecânicos e a reciclagem de nutrientes e interferindo nos processos de troca catiônica (Jenny, 1941; Oliveira *et al.*, 1992; Brady, 1989).

O tempo é o fator de formação que define o quanto a ação do clima e dos organismos atuam sobre o material de origem, em um determinado tipo de relevo. Todas as propriedades morfológicas requerem tempo para se manifestarem no solo. O tempo pode ser absoluto, quando se refere à idade cronológica, e relativo, quando serve para comparar solos de diferentes superfícies geomorfológicas (Brady, 1989; Oliveira *et al.*, 1992).

2.2. O Estudo do meio físico do Estado de Pernambuco

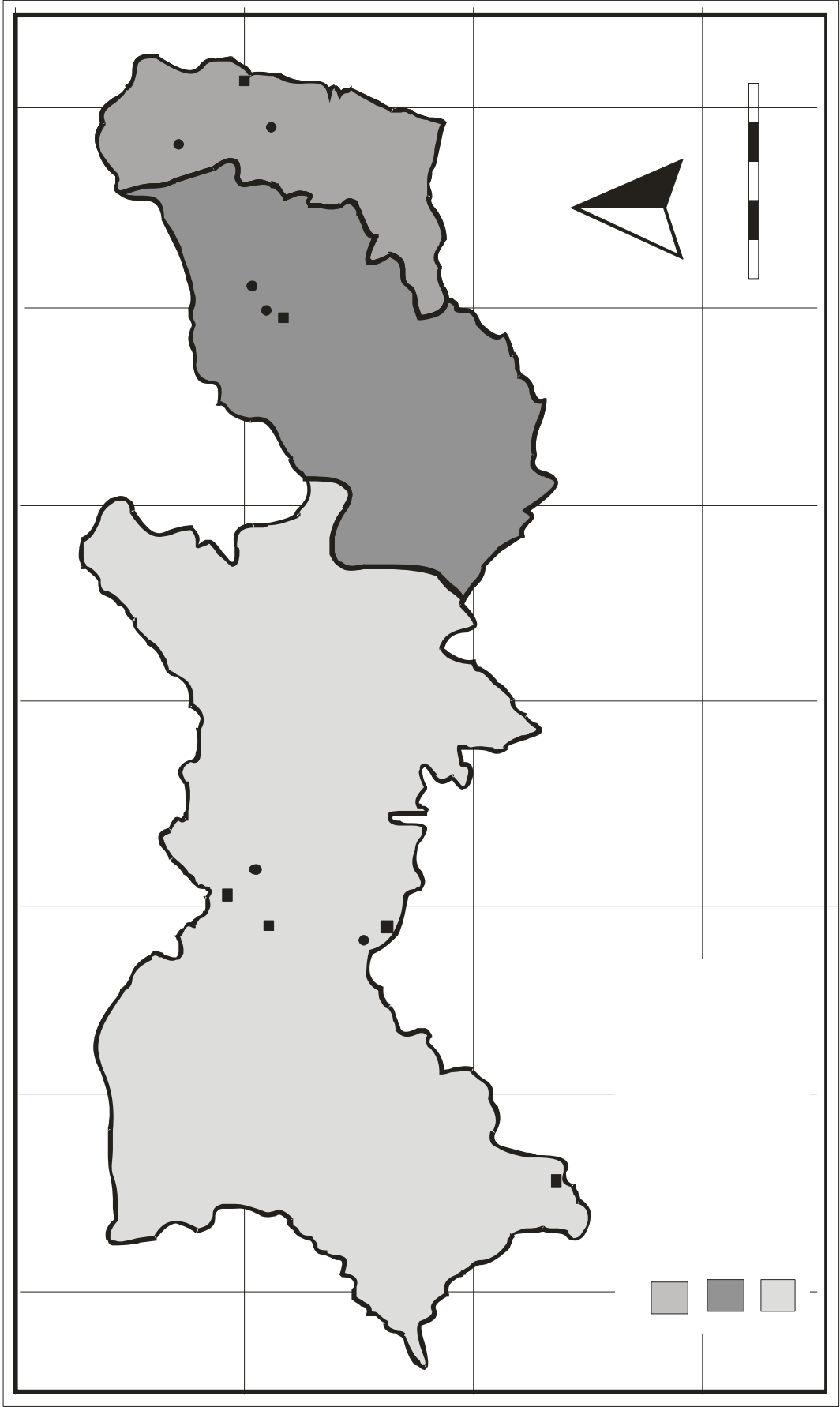
2.2.1. Localização, limites e extensão

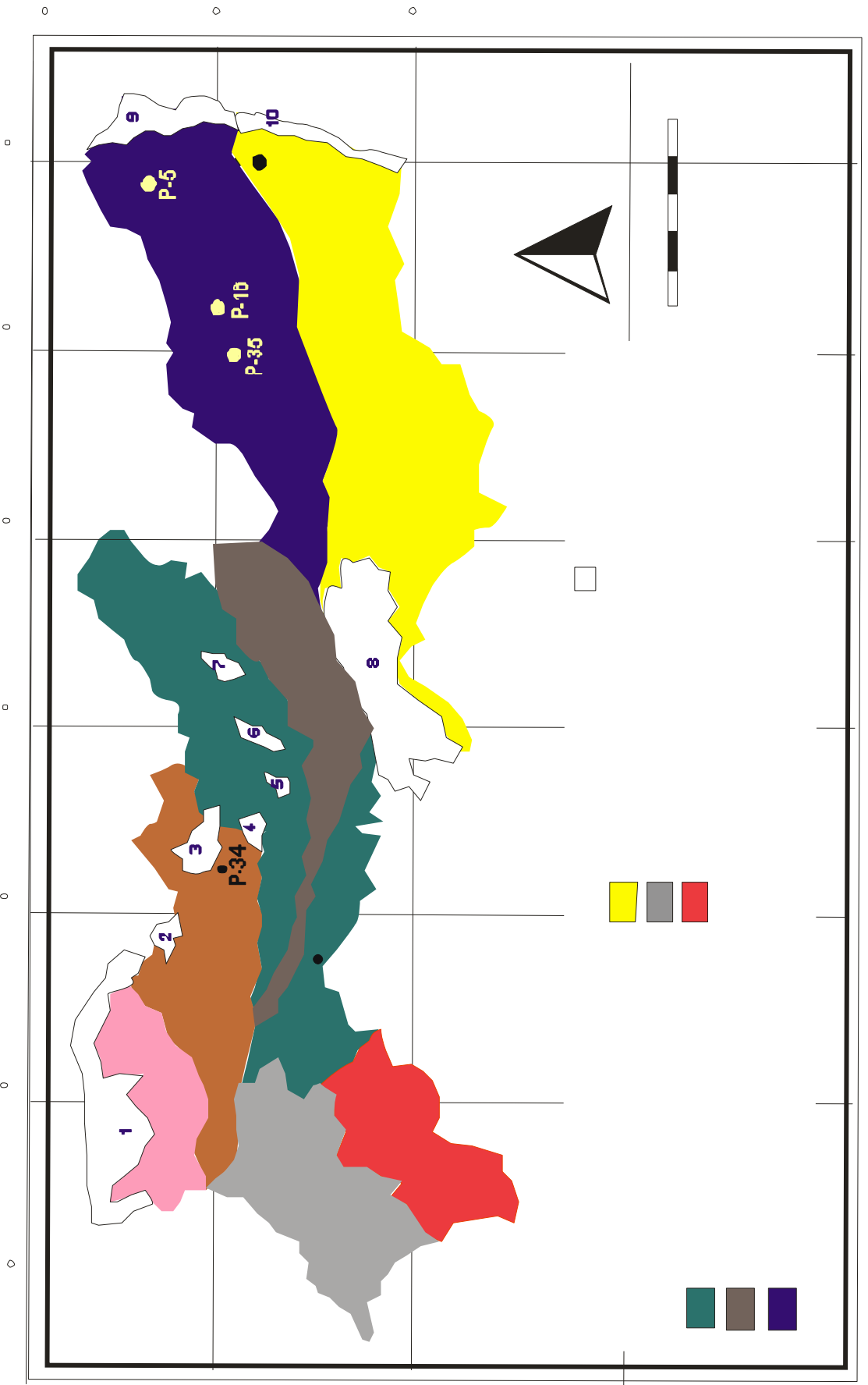
De configuração geográfica longitudinal, estreita no sentido norte/sul e alongada na direção leste/oeste, o Estado de Pernambuco, cuja área é de 98.281 km², está localizado na Região Nordeste do Brasil e se encontra inteiramente situado dentro dos limites da zona tropical, visto que seus pontos extremos Norte e Sul estão, respectivamente, entre os paralelos de 7° 15` e 9° 27` de latitude Sul. Na direção leste/oeste seus pontos extremos se localizam entre os meridianos de 34° 48` e 41° 19` de longitude Oeste de Greenwich. Assim, ao norte, faz limite com o Ceará e a Paraíba, ao leste com o Oceano Atlântico, ao sul com Alagoas e Bahia e, finalmente, ao oeste, com o Estado do Piauí. Em virtude dessa configuração espacial e do processo de povoamento que ocorreu, Pernambuco apresenta, do litoral para o interior, uma sucessão de paisagens diferentes, marcadas por uma intensa diversificação de formas de uso do solo. Com base nisso, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), identificou no espaço pernambucano, a existência de três zonas fisiográficas (Litoral e Mata, Agreste e Sertão). Cada zona, por sua vez, é constituída por meso e microrregiões, perfazendo o Estado, atualmente, cerca de 184 unidades político-administrativas (CIM, 1997; Andrade, 1999; IBGE, 2001) (Fig. 1).

2.2.2. Geologia e material de origem

O embasamento rochoso do Estado de Pernambuco é formado, predominantemente, por rochas cristalinas e metamórficas pré-cambrianas falhadas e dobradas que se encontram, em menor proporção, recobertas por bacias sedimentares interiores paleo/mesozóicas e por bacias sedimentares litorâneas meso/cenozóicas (Gomes, 2001) (Fig. 2).

A área pré-cambriana compreende tratos da Província Borborema que se estendem desde do Estado de Sergipe até a parte oriental do Piauí. Atualmente, devido a sua complexidade estratigráfica e geocronológica, alguns autores (Van Schmus *et al.*, 1995 citado por Gomes, 2001) subdividem a Província Borborema em terrenos e superterrenos (domínios) tectono-estratigráficos





que são segmentos crustais limitados por falhas ou zonas de cisalhamento, com estratigrafia e evolução tectônica definidas e distintas dos terrenos adjacentes. São reconhecidos, no Estado de Pernambuco, diversos terrenos dos Domínios Transversal e Externo e uma pequena porção do Cráton do São Francisco. O Domínio Transversal é constituído pelos terrenos Granjeiro-Ouricuri, Piancó-Alto Brígida, Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe. O Domínio Externo inclui a Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal e o Terreno Pernambuco-Alagoas. Já a pequena porção preservada do Cráton São Francisco é formada pelo Cinturão Salvador-Curaçá e pelo Bloco Sobradinho (Almeida & Hasui, 1984; Gomes, 2001).

Os terrenos sedimentares existentes no Estado estão dispostos nas bacias sedimentares interiores do Araripe, Cedro, São José do Belmonte, Mirandiba, Carnaubeira, Fátima, Betânia e Jatobá e nas bacias litorâneas representadas pelas bacias Pernambuco-Paraíba e do Cabo (Brito, 1979; Gomes, 2001).

2.2.3. Geomorfologia e relevo

No relevo pernambucano, resultado de uma complexa interação entre fatores estruturais e morfoclimáticos dependentes das condições climáticas pretéritas e atuais, são identificadas e classificadas as sete unidades geomorfológicas no Estado (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; Jatobá, 1999) (Fig. 3):

Originadas através de processos de sedimentação marinha e deposição fluvial, as baixadas litorâneas ou planícies costeiras são áreas planas e baixas que se estendem pela costa litorânea do Estado com relevo tipicamente plano, podendo conter algumas pequenas e suaves ondulações. São formadas por planícies marinhas, fluviomarinhas e fluviais onde são encontrados recifes, restingas, lagoas, lagunas, terraços marinhos e fluviais e várzeas (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; Jatobá, 1999).

Próximo as baixadas litorâneas e com relevo variando de plano a suave ondulado surgem os tabuleiros costeiros entalhados pelos rios que compõem as bacias hidrográficas do Goiana, Botafogo, Igarassu, Paratibe e Capibaribe. Essas feições de relevo de topo plano apresentam vales estreitos e profundos, declividades entre 0 e 6%, altitudes que variam de 50 a 150 metros e solos, em geral, de textura arenosa, onde é cultivada a cana de açúcar (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; Jatobá, 1999).

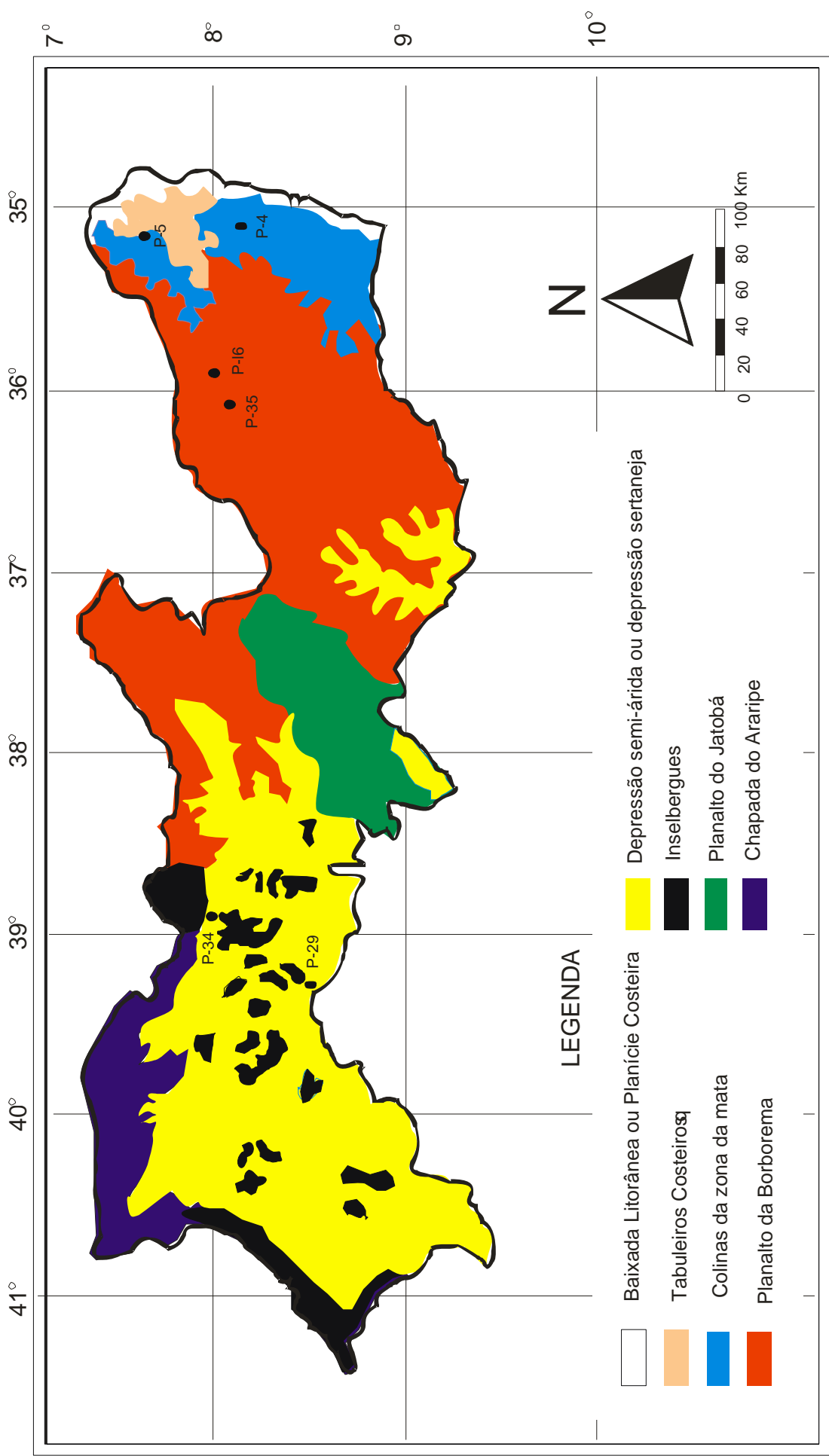


Figura 3 - Mapa simplificado com a demarcação das unidades geomorfológicas do Estado de Pernambuco e a localização dos solos estudados (modificado de Jacomine et al., 1973).

Em direção ao interior, constituindo formas de relevo ondulado, dominada por vales em forma de V e de fundo chato, com vertentes convexas e topos arredondados, verifica-se a existência de colinas enfileiradas denominadas de colinas da Zona da Mata ou níveis cristalinos que antecedem uma outra unidade representativa do relevo regional: a Borborema (Jacomine *et al.*, 1973; Jatobá, 1999).

O planalto da Borborema ou simplesmente Borborema é um conjunto de maciços ou blocos falhados e dobrados com relevo ondulado a montanhoso, que ocupa quase toda a Zona do Agreste e a parte Nordeste do Sertão. Possui faixas em seu contorno com relevo forte ondulado a montanhoso, vales secos em forma de V, declividades oscilando entre 20 a 50% e altitudes que variam de 250 a 500 metros, além de plataformas aplainadas (relevo suave ondulado com vales abertos, declividades entre 3 e 8%, altitudes entre 600 e 1000 metros e topos aplainados) e superfícies de níveis elevados que apresentam relevo ondulado a montanhoso, com vales em forma de V e de fundo chato, encostas com declividades entre 20 e 25% e altitudes entre 600 e 1200 metros (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; Cunha & Guerra, 1998; Jatobá, 1999).

No centro-sul do Estado, estendendo-se no sentido SW - NE, desde o rio São Francisco até as proximidades da cidade de Arcoverde, encontra-se o planalto sedimentar do Jatobá, caracterizado por maiores ou menores elevações tabulares, onde as encostas são íngremes e os topos aplainados (Jacomine *et al.*, 1973; Jatobá, 1999).

No Sertão, além das unidades citadas (planaltos da Borborema e do Jatobá), ocorre uma das mais extensas e importantes unidades geomorfológicas da região, a depressão Semi-Árida ou depressão Sertaneja, representada por uma extensa superfície plana, homogênea e com relevo plano a suave ondulado, onde surgem os *inselbergues* (perfis íngremes e rochosos de origem residual) (Jacomine *et al.*, 1973).

Por fim, porém não menos importante, localizada na bacia sedimentar do Araripe, ocorre a Chapada do Araripe constituída por um amplo relevo tabular com encostas íngremes e escarpadas cujas altitudes variam entre 500 e 700 metros que, ao lado do planalto da Borborema, comandam a rede de drenagem do Estado de Pernambuco, orientando, por meio de suas encostas, os diversos rios e riachos intermitentes do Sertão (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; Jatobá, 1999).

2.2.4. Clima

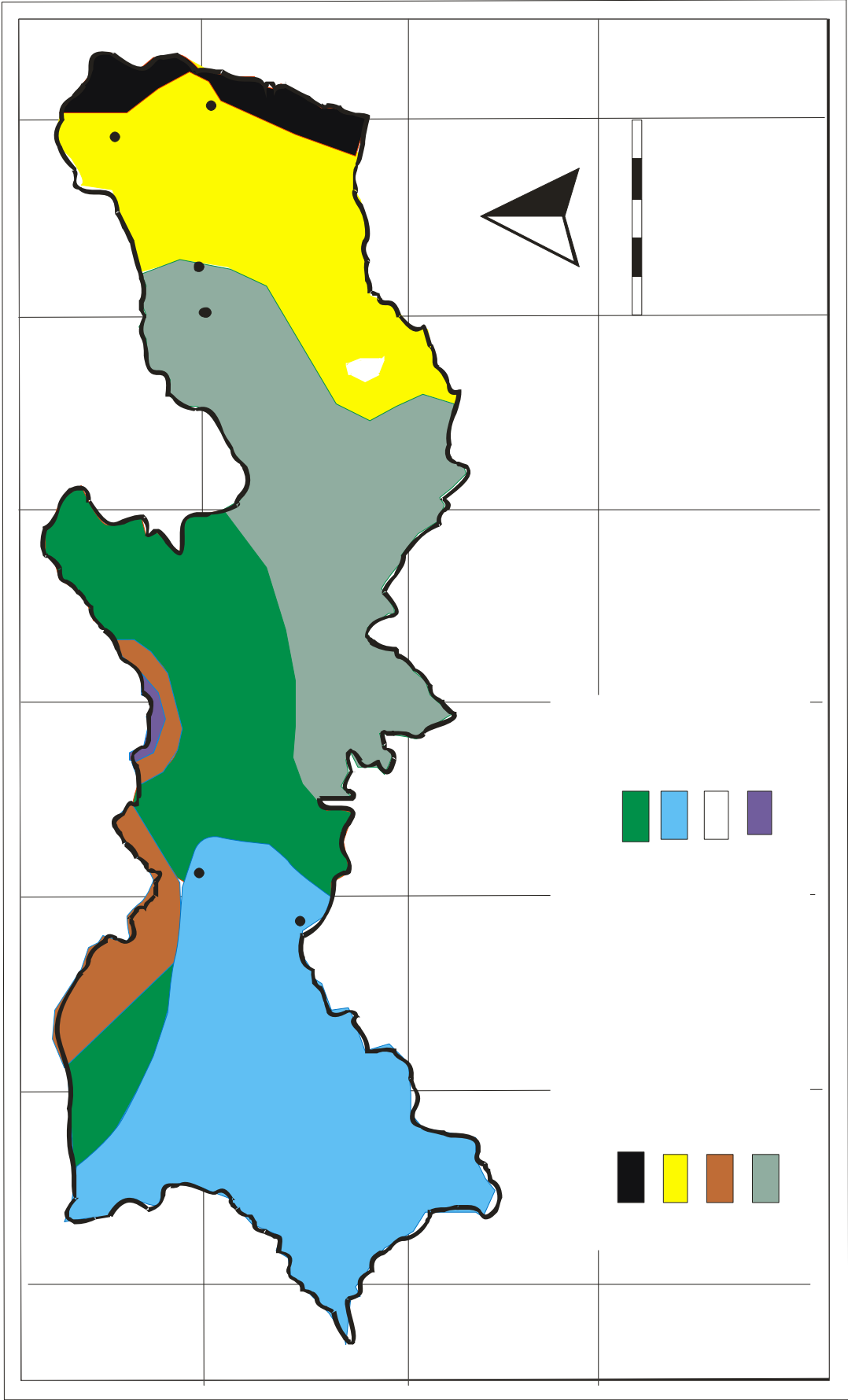
Em virtude de sua grande extensão no sentido E . W e do conjunto de reentrâncias e saliências de seu relevo, Pernambuco apresenta uma grande variação climática, onde se observa uma significativa diferenciação entre os índices pluviométricos. Duas tipologias climáticas dominam o Estado (Reis, 1970; Jacomine *et al.*, 1973; Jatobá, 1999).

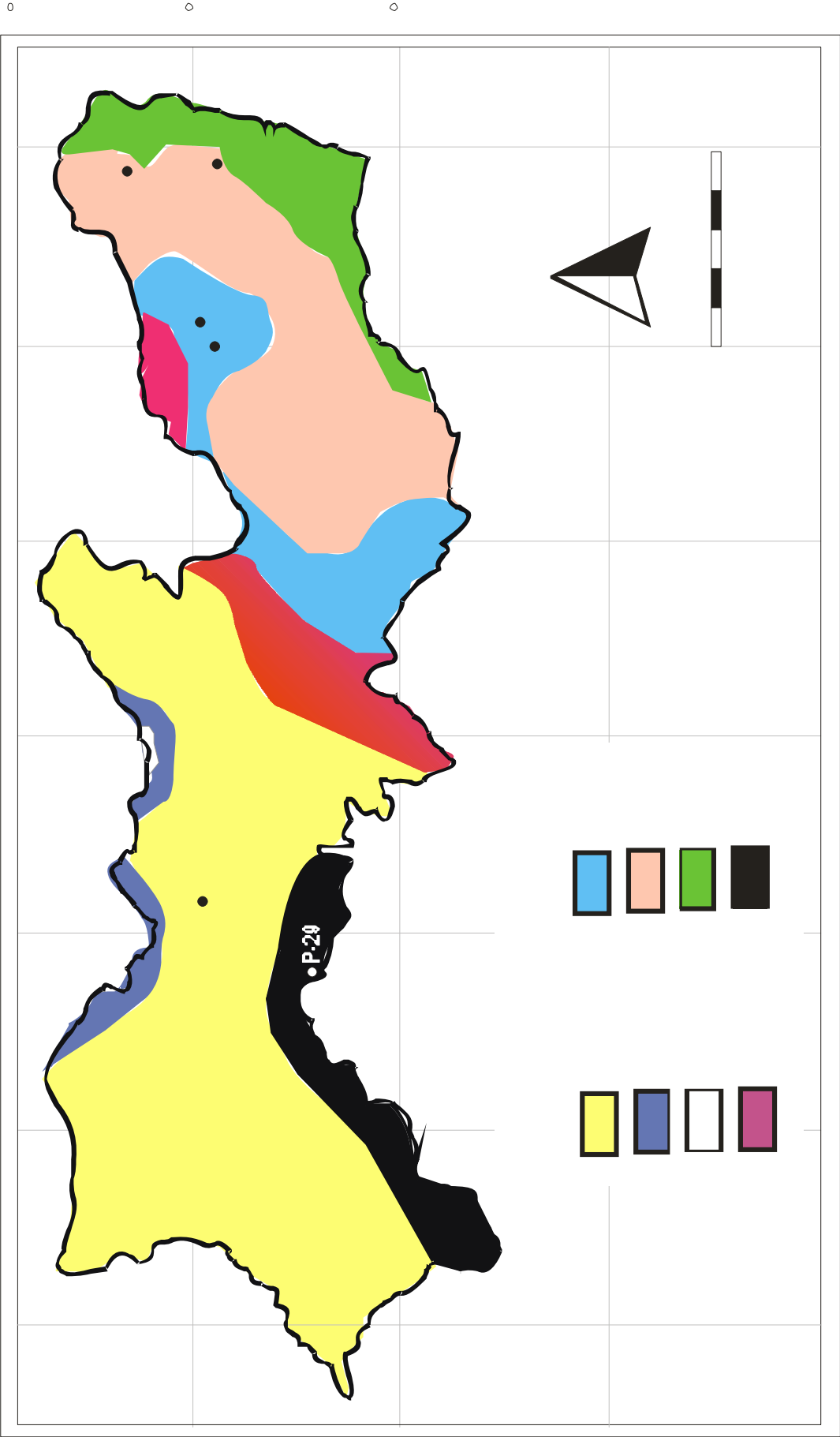
Na Zona do Litoral e Mata predomina o clima úmido com temperaturas variando entre 22° e 24°C, precipitações médias girando em torno dos 1.500 mm anuais e índices de umidade variando de 0 a 20 (Reis, 1970; Jacomine *et al.*, 1973; Jatobá, 1999).

Nas outras duas Zonas fisiográficas, Agreste e Sertão, predomina o clima semi-árido quente. No Agreste, as temperaturas variam entre 20 e 24°C, as precipitações são da ordem de 500 a 900mm anuais e os índices de umidade variam de 0 a . 20. No Sertão, principalmente na grande área ocupada pela depressão sertaneja, são registradas as temperaturas mais altas (até 26°C), diminuindo em direção ao Planalto da Borborema, onde chega à casa dos 22°C, devido às altitudes ali observadas. As precipitações são escassas e irregulares e o regime pluviométrico não é o mesmo em toda a região, chegando a ser registrado índices inferiores a 600 mm/ano, com índices de umidade variando de . 20 a . 40 (Reis, 1970; Jacomine *et al.*, 1973; Jatobá, 1999).

De acordo com a classificação de Koeppen (Reis, 1970; Jacomine *et al.*, 1973) que leva em conta os valores médios da temperatura do ar e das precipitações pluviométricas, verifica-se no Estado a ocorrência das áreas ou zonas climáticas A, B e C, admitidos os tipos e variedades: As`, Ams`, Aw`, BSwh`, BSw`h`, BSS`h`, Cw`a e Cs`a (Fig. 4).

Aplicando a classificação climática de Gaussen (Reis, 1970; Jacomine *et al.*, 1973) que se baseia no ritmo das temperaturas e das precipitações durante o ano, utilizando médias mensais e considerando os estados favoráveis e desfavoráveis à vegetação, isto é, os períodos secos, úmidos, quentes e frios, são admitidos em Pernambuco as sub-regiões e modalidades: 3dTh, 3cTh, 3bTh, 3aTh, 4aTh, 4bTh, 4cTh e 2b (Fig. 5).





2.2.5. Cobertura vegetal primitiva e uso atual dos solos

Dadas as variações de clima, relevo e solo existentes, são identificadas e classificadas variadas formações vegetais no Estado de Pernambuco (Jacomine *et al.*, 1973; Andrade, 1977; Jatobá, 1999) (Fig. 6).

Na Zona do Litoral e Mata, sob o clima úmido, ocorrem as formações litorâneas, os cerrados e as florestas subperinifólia, subcaducifólia, e caducifólia. As formações litorâneas são constituídas por manguezais, matas de restingas e pelas formações de praias. Os cerrados, constituídos, por árvores e arbustos tortuosos intercalados por um manto inferior de gramíneas, surgem sobre áreas arenosas dos tabuleiros costeiros, hoje em dia tomados pelo cultivo da cana de açúcar. A floresta subperinifólia é uma formação florestal, densa, composta por árvores de grande porte (epífitas) e latifoliadas. A floresta subcaducifólia, também chamada de Mata Seca, é composta de árvores de troncos retos e esgalhamento alto das quais, durante o período seco, deixam cair parte de suas folhas. A floresta caducifólia, constituída de árvores que perdem totalmente as folhas no período seco, só é encontrada em alguns pontos isolados do Estado (Jacomine *et al.*, 1973; Andrade, 1977; Jatobá, 1999).

No Agreste, onde as chuvas se distribuem de forma menos irregular quando comparadas com as do Sertão, além das florestas subperinifólia, subcaducifólia, e caducifólia, predomina a caatinga hipoxerófila, geralmente, densa e com porte, predominantemente, arbustivo ou arbóreo-arbustivo, que perde as folhas durante a época seca (Jacomine *et al.*, 1973; Andrade, 1977; Jatobá, 1999).

E finalmente no Sertão, onde as chuvas são desuniformes e irregulares, a formação vegetal típica e característica é a caatinga hiperxerófila, de caráter xerófilo mais acentuado (quando comparada com a caatinga do Agreste), representada por árvores e arbustos que também perdem as suas folhas durante a estiagem, freqüentemente, interrompida por espaços vazios, desnudos, cobertos por cascalhos e seixos. Em áreas do Sertão onde a estiagem é atenuada ocorre caatinga hipoxerófila, floresta subcaducifólia e uma vegetação de transição entre a floresta e a caatinga, onde são encontrados árvores e arbustos e espécies da caatinga hipoxerófila (Jacomine *et al.*, 1973; Andrade, 1977; Jatobá, 1999).

As atividades humanas exercidas em Pernambucano reduziram, consideravelmente, as áreas correspondentes à cobertura vegetal existente desde a chegada dos colonizadores portugueses até hoje. Ao longo dos anos a vegetação

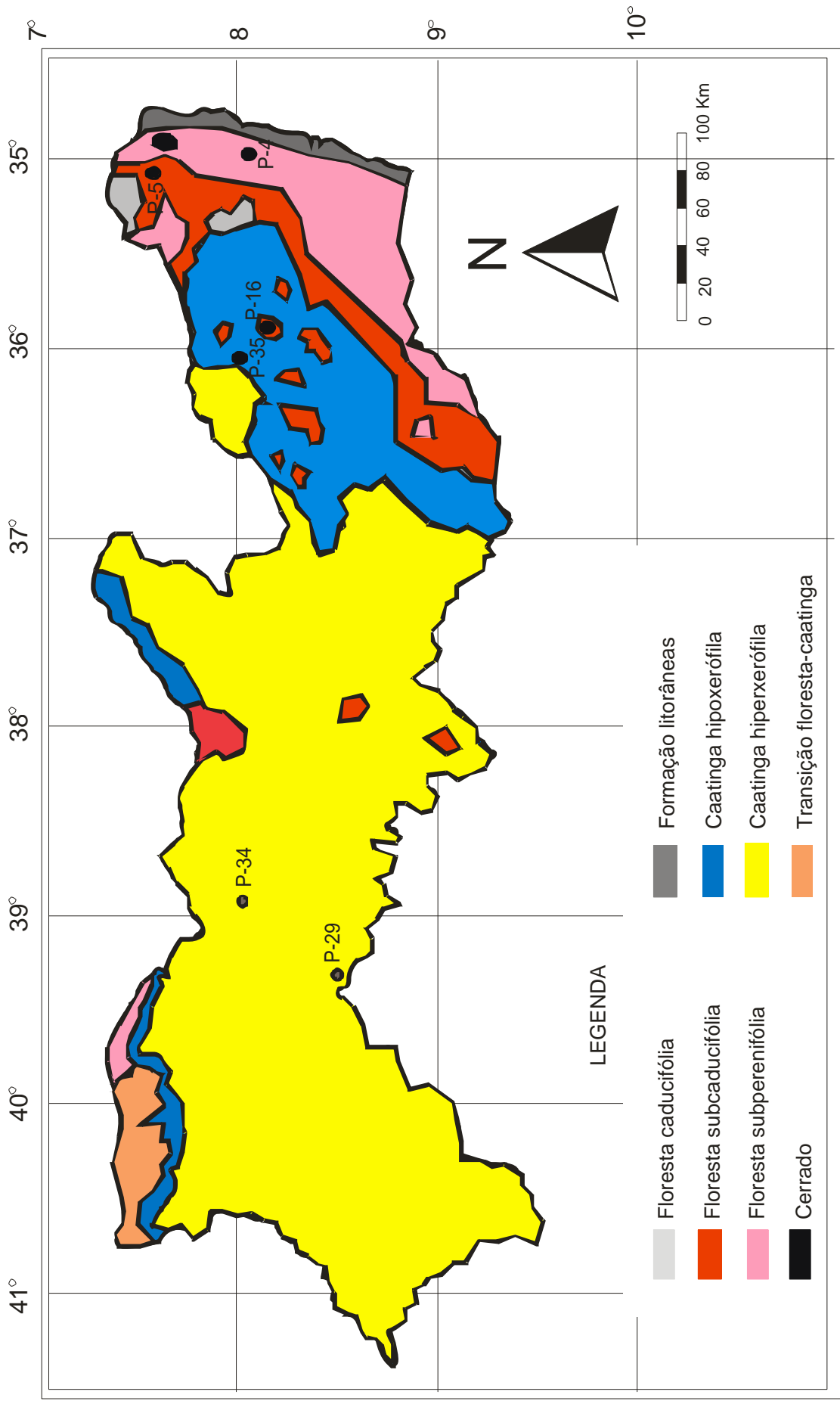


Figura 6 - Mapa simplificado com a demarcação das coberturas vegetais primitivas existentes no estado de Pernambuco e a localização dos solos estudados (modificado de Jacomine et al., 1973).

nativa foi sendo devastada e derrubada de forma desordenada, restando, hoje em dia, muito pouco do original. Atualmente, o espaço geográfico do Estado é ocupado, principalmente, pela monocultura da cana-de-açúcar, na Zona da Mata e pelas lavouras tradicionais de algodão herbáceo, arroz, mandioca, milho, tomate, algodão arbóreo, banana, café, coco-da-baía e pela agropecuária extensiva no Agreste e no Sertão. Além disso, merece destaque também, a expansão que vem ocorrendo desde a década de 70, da agricultura irrigada no Sertão do São Francisco com projetos de irrigação hortifrutícolas implantados com o apoio da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), onde sobressaem frutas, como: manga, uva, graviola, melancia, melão e acerola destinadas para a exportação, ao lado do tomate para industrialização da polpa e ainda milho e espargo para consumo *in natura* (IBGE, 1998; Andrade Neto, 1999).

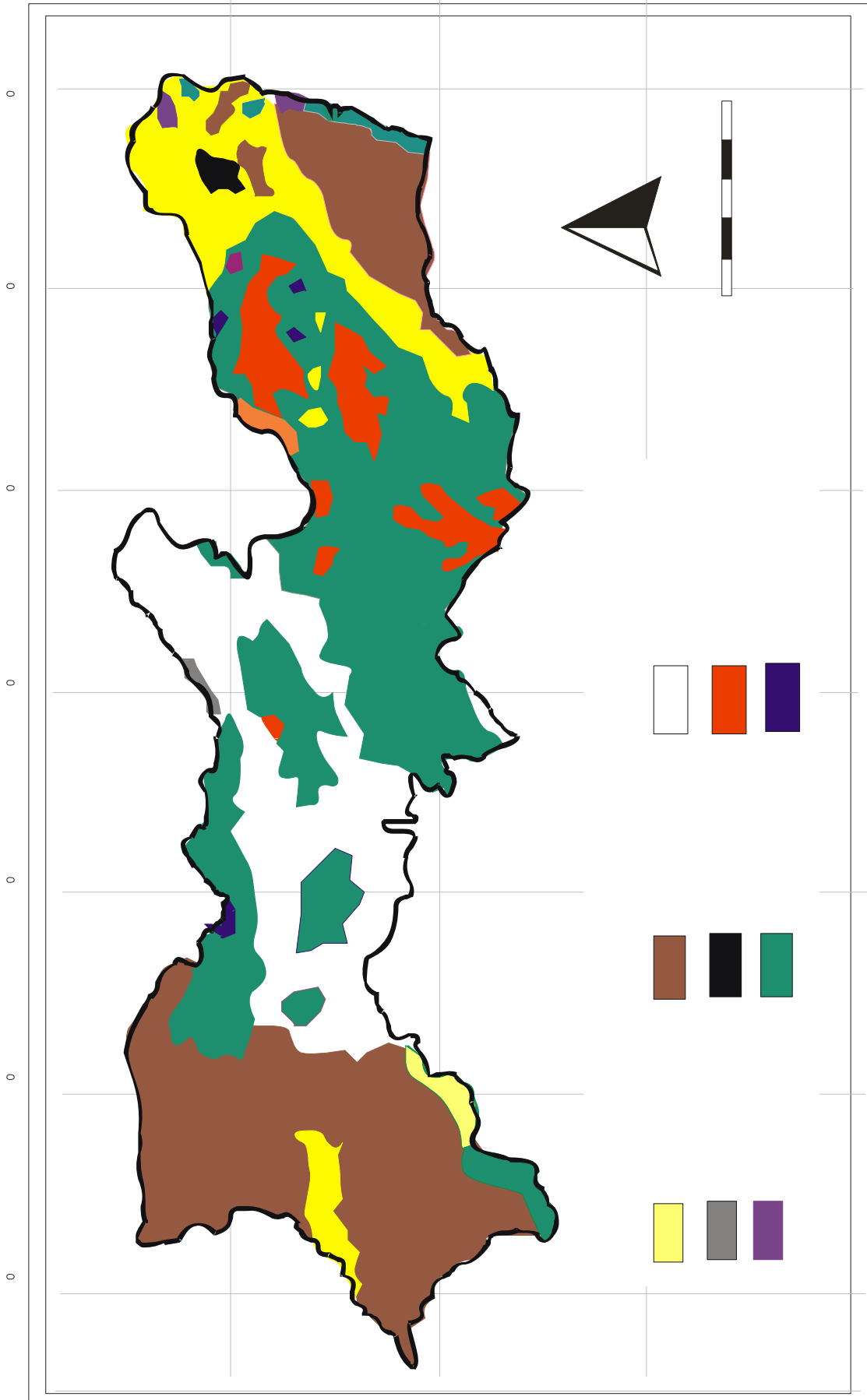
2.2.6. Solos

Refletindo a ação do clima e dos organismos sobre o material de origem, condicionados pelo relevo num determinado intervalo de tempo, verifica-se a existência de uma ampla diversidade de classes de solos no Estado de Pernambuco (Fig. 7).

Os solos da Zona do Litoral e Mata são, geralmente, bem desenvolvidos, em avançado estágio de intemperização, profundos, bem drenados, com fertilidade natural de média a baixa, acidez moderada a alta e predomínio de minerais secundários do tipo 1:1, o que reflete a ação dos fatores de sua formação e dos processos pedogenéticos característicos da região de clima úmido (Jacomine *et al.*, 1973).

Nas faixas de areias de praias, apresentando relevo plano, vegetação composta pelas formações litorâneas e tipos climáticos As` e Ams` (Koeppen) e 3dTh (Gaussen) ocorrem os **Neossolos**, principalmente os Quartzarênicos e os Flúvicos caracterizados pelo baixo grau de evolução (Jacomine *et al.*, 1973).

Em áreas de relevo plano de várzea, onde a cobertura vegetal está representada pelas formações litorâneas e os tipos climáticos dominantes são As` e Ams` (Koeppen) e o 3dTh (Gaussen) encontram-se os **Gleissolos** apresentando horizonte glei formado em ambiente anaeróbico (Jacomine *et al.*, 1973; Oliveira *et al.*, 1992).



Na Zona da Mata Sul, normalmente com relevo ondulado, tipos climáticos As° e Ams° de Koeppen e $3cTh$ e $3dTh$ de Gaussen e vegetação representada pelas florestas subperenifólia e subcaducifólia, ocorrem os **Nitossolos** com presença de horizonte Bt, argila de atividade baixa e cerosidade moderada a forte (Jacomine *et al.*, 1973; EMBRAPA, 1999).

Afastando-se do litoral em direção ao interior, nos tabuleiros costeiros e nas colinas e morros, com relevo variando de plano a montanhoso coberto pelas florestas caducifólia, subcaducifólia e subperenifólia, com todos os tipos climáticos da classificação de Koeppen e Gaussen definidos na região, predominam as duas classes de solos dominantes da zona fisiográfica do Litoral e Mata: os Latossolos e os Argissolos. Os **Latossolos** são caracterizados pelo avançado estágio de evolução, pela presença de horizonte B latossólico e pelo baixo gradiente textural. Os **Argissolos** abrangem os solos com horizonte B textural, formado a partir da acumulação de argila de atividade baixa. Geralmente, essas duas classes de solos são cultivados com a monocultura da cana de açúcar (Dantas, 1970; Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; EMBRAPA, 1999).

O quadro edáfico da zona fisiográfica do Agreste é bem diferenciado quando comparado àqueles representativos das outras zonas fisiográficas do Estado, devido a existência de inúmeros fatores e processos pedogenéticos de diferentes naturezas e intensidades, relacionados às variações ambientais da região, gerando, assim, produtos finais diversificados (Jacomine *et al.*, 1973; Lins, 1989). Dentre as classes encontradas nesta zona destacam-se (Fig. 7):

- **Neossolos**, principalmente os Regolíticos e os Litólicos, ocorrem em grandes extensões do Agreste. Os Regolíticos (solos pouco evoluídos com presença de horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr) ocupam as partes média e superior de longas vertentes, de relevo suave ondulado pouco movimentado, com vegetação de caatinga hipo e hiperxerófila, onde ocorrem os tipos climáticos $BSs^{\circ}h^{\circ}$ de Koeppen e $3bTh$ e $3cTh$ de Gaussen. Os Litólicos, sempre apresentando pedregosidade e/ou rochiosidade, são encontrados com destaque nas partes superior e média de áreas serranas, sob os tipos climáticos As° de Koeppen e $BSs^{\circ}h^{\circ}$ de Gaussen, em relevo forte ondulado e montanhoso revestidos pela floresta subcaducifólia e pelas caatingas hipo e hiperxerófila (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983; Lins, 1989; EMBRAPA, 1999).

- **Planossolos**, caracterizados pela presença de horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico, ocorrem nas partes baixas do relevo, em áreas de ocorrência de quase todos os tipos climáticos de Koeppen e Gaussen do Agreste cobertas pelas caatingas hipo e hiperxerófilas (Dantas, 1970; Jacomine *et al.*, 1973; EMBRAPA, 1999).
- **Argissolos** ocupam as partes superiores de relevo ondulado a forte ondulado, influenciados por quase todos os tipos climáticos de Koeppen e Gaussen e cobertos pelas florestas subcaducifólia e subperenifólia e pela caatinga hipoxerófila (Jacomine *et al.*, 1973).
- **Latossolos** são encontrados em áreas de relevo plano a suave ondulado, com florestas subcaducifólia e subperenifólia e tipos climáticos Cs`a de Koeppen e 3cTh de Gaussen (Jacomine *et al.*, 1973).
- **Vertissolos**, solos com horizonte vértico e relação textural insuficiente para caracterizar um B textural, ocorrem em áreas de relevo plano a ondulado com caatinga hipo e hiperxerófila e tipos climáticos As`e Bss`h` de Koeppen e 3cTh e 3bTh de Gaussen (Jacomine *et al.*, 1973; EMBRAPA, 1999).
- **Luvissolos** ocorrem em áreas de relevo suave ondulado a forte ondulado, com caatinga hipoxerófila sob os domínios climáticos As` e BSs`h` de Koeppen e 3bTh, 3cTh e 3dTh de Gaussen são solos que possuem horizonte B textural, argila de atividade alta e saturação por bases alta (Jacomine *et al.*, 1973; EMBRAPA, 1999).

Os solos do Sertão, em geral, apresentam uma considerável reserva potencial de nutrientes para as plantas, quando comparado com os solos das outras duas zonas fisiográficas. Muitos deles, porém, em decorrência do regime incerto e escasso de chuvas na região, apresentam sérias limitações para a agricultura, seja em virtude de processos de salinização (áreas de relevo plano e baixo), seja pelo fato de serem pedregosos e rasos (Dantas, 1970; Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983). As principais classes encontradas na região são (Fig. 7):

- **Neossolos**, principalmente os Flúvicos, os Litólicos e os Quartzarênicos, ocorrem em extensas áreas do Sertão. Os Flúvicos, derivados de sedimentos aluviais de natureza variada, ocorrem em relevo plano de várzea em áreas marginais dos rios São Francisco, Moxotó, Pajeú e Brígida, onde a vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila e os tipos climáticos reinantes são BSw`h`, BSw`h` e BSs`h` (Koeppen) e 3aTh, 4aTh e 2b (Gaussen). Os Litólicos, constituídos quase que

inteiramente por matacões, calhaus e cascalhos, são encontrados nas partes mais elevadas do relevo, sob quase todos os tipos climáticos da região e ocupadas pelas caatingas hipo e hiperxerófilas. Os Quartzarênicos, formados essencialmente por materiais arenoquartzosos, ocupam áreas de caatinga hiperxerófila próximas aos rios Jatobá e São Francisco com relevo plano dominados pelos tipos climáticos BSs`h`, BSw`h` e BSwh` de Koeppen e 4aTh e 2b de Gaussen (Dantas,1970; Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983).

- **Argissolos**, em sua maioria Vermelho-Amarelo, e os **Luvisolos**, antes chamados de Bruno Não Cálculo, situam-se nas porções intermediárias de relevo suave ondulado a ondulado com caatinga hipo e hiperxerófila e de ocorrência de todos os tipos climáticos da classificação de Koeppen e Gaussen do Sertão (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983).

- **Cambissolos**, constituídos por um horizonte B incipiente e, geralmente, por 4% ou mais de minerais primários alteráveis ou 6% ou mais de muscovita na fração areia, ocupam áreas onde prevalecem os tipos climáticos Cw`a, Aw` e BSwh` de Koeppen e 4aTh, 4bTh e 4cTh de Gaussen e o relevo, coberto pela caatinga hiperxerófila, varia de ondulado a forte ondulado (Jacomine *et al.*, 1973; EMBRAPA, 1999).

- **Vertissolos** compreendem áreas de relevo plano a ondulado com caatinga hipo e hiperxerófila e tipos climáticos BSwh` de Koeppen e 4aTh e 3aTh de Gaussen (Jacomine *et al.*, 1973).

- **Planossolos** situam-se em áreas de relevo plano a suave ondulado, com caatinga hiperxerófila e tipos climáticos BSwh`, BSw`h` e BSs`h` (Koeppen) e 3aTh, 4aTh e 2b (Gaussen) (Jacomine *et al.*, 1973)

- **Latossolos**, com destaque para os Amarelos e os Vermelho-Amarelos, localizam-se no extremo oeste do Estado, onde ocorrem os tipos climáticos Aw` de Koeppen e 4bTh de Gaussen e o relevo varia de plano a ondulado coberto pela caatinga hiperxerófila e por uma vegetação de transição caracterizada pela presença de espécies da caatinga e de florestas (Jacomine *et al.*, 1973; Prates *et al.*, 1983).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Solos Estudados

Os solos selecionados para o presente estudo, com base nas condições climáticas, material de origem e relevo foram:

Na Zona Fisiográfica do Litoral e Mata:

- ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média/muito argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo forte ondulado, **Perfil 4 dos SRPE** (Anexo 1);
- CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado, **Perfil 5 dos SRPE** (Anexo 2).

Na Zona Fisiográfica do Agreste:

- ARGISSOLO VERMELHO Distrófico câmbico A moderado textura média com cascalhos/argilosa cascalhenta fase floresta tropical caducifólia relevo forte ondulado, **Perfil 16 dos SRPE** (Anexo 3);
- NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico A fraco textura média fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado, **Perfil 35 dos SRPE** (Anexo 4).

Na Zona Fisiográfica do Sertão:

- LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A moderado textura média cascalhenta/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado, **Perfil 29 dos SRPE** (Anexo 5);
- NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado textura média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato xisto, **Perfil 34 dos SRPE** (Anexo 6).

Os solos selecionados para o estudo no presente trabalho foram descritos e classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA,

1999) por professores e alunos que integram o grupo de pesquisa em Gênese, Morfologia e Classificação de Solos, e coletados segundo as recomendações propostas por Lemos & Santos (1996).

3.2. Trabalhos de Campo

Foram realizadas visitas aos locais de coleta dos perfis estudados para checagem de informações (material de origem, clima, relevo, vegetação, etc.), além de coleta de amostras do material de origem para análises e fotografia das áreas de ocorrência dos perfis.

3.3. Trabalhos de Laboratório

As amostras de solo coletadas, quando da descrição e identificação dos solos, foram secas, identificadas e armazenadas no Laboratório de Amostras do Centro de Pesquisa em Ciência do Solo. Na ocasião da execução do presente trabalho, estas amostras foram utilizadas para as análises e determinações necessárias.

3.3.1. Análises granulométricas

A análise e obtenção das frações granulométricas foi realizada no Laboratório de Física do Solo da UFRPE, tendo como base os métodos descritos no "Manual e Métodos de Análise de Solos" (EMBRAPA, 1997).

Inicialmente as amostras dos solos foram secas, destorroadas e peneiradas em peneira de malha 2 mm, separando a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), que passa na peneira das frações cascalho e calhaus, que fica retida.

As frações calhaus (> 20 mm) e cascalho (20-2 mm), retidas na peneira após o peneiramento com malha de 2 mm, foram separadas manualmente uma da outra, lavadas em água corrente e com Calgon (hexametáfosfato de sódio 0,35 mol/L + carbonato de sódio 0,08 mol/L), secas em estufa, pesadas para o cálculo de quantificação dessas frações em relação a amostra total, identificadas e acondicionadas para a posterior análise mineralógica.

A TFSA também foi pesada e submetida a um dispersante químico (Calgon) e a outro físico (agitador mecânico do tipo *Soil Test*, durante 10-15 minutos).

Posteriormente, através do método do densímetro (corrigida a temperatura), foram determinadas as quantidades de areia, silte e argila.

A fração areia foi então lavada em água corrente, seca em estufa, e por fim peneirada em peneira de malha 0,20 mm para separação das frações areia grossa (2-0,2 mm) e areia fina (0,2-0,05 mm). Estas frações, após quantificação, foram acondicionadas e etiquetadas para posterior análise mineralógica.

3.3.2. Análise mineralógica das frações grossas

A determinação qualitativa das frações calhaus, cascalho, areia grossa e fina dos diversos horizontes dos perfis estudados, realizada no Laboratório de Geologia e Mineralogia da UFRPE, teve como base os métodos usuais descritos por Klein & Hurlbut Jr. (1999) e Leins & Campos (1979), que envolvem: homogeneização e quarteamento das amostras; utilização de microtestes físicos (as amostras são submetidas à ação de um ímã para separar os minerais fortemente magnéticos) e químicos (adição de HCl 10% para a determinação de carbonatos e H₂O₂ 10% a frio para a determinação de óxidos de manganês), e, descrição e caracterização das propriedades físicas dos minerais, como: brilho, cor, clivagem, hábito, fratura, diafanidade e tenacidade, realizadas através de lupa binocular. Para os grãos de natureza duvidosa, foram utilizadas também análises ao microscópio petrográfico para auxiliar na identificação.

A determinação semi-quantitativa dos percentuais dos constituintes minerais baseou-se no método de estimativa visual proposto por Terry & Chilingar (1955) e o grau de arredondamento dos grãos de quartzo, foi feito através da comparação destes com aqueles apresentados na classificação quanto ao grau de arredondamento e esfericidade de Powers (1953).

3.3.3. Pré-tratamento de amostras e preparo de lâminas para análise por difratometria de raios-X (DRX)

As amostras de TFSA foram pré-tratadas para a eliminação dos agentes cimentantes do solo que interferem na análise de difratometria de raios-X (DRX). Para a destruição e remoção dos carbonatos e cátions divalentes, matéria orgânica e óxidos de ferro foram utilizados os métodos do acetato de sódio 1mol/L a pH 5, peróxido de hidrogênio 30% e citrato-ditionito-bicarbonato, respectivamente.

Após os pré-tratamentos, as partículas maiores (areia) foram separadas por peneiramento úmido e as menores (silte e argila) foram obtidas com base nas diferenças entre as velocidades de sedimentação na suspensão.

Por fim, foram preparadas três lâminas delgadas para cada fração granulométrica (silte e argila), sendo duas saturadas com potássio (cloreto de potássio) e uma saturada com magnésio (cloreto e acetato de magnésio) e solvatadas com glicerol.

Estes procedimentos foram executados no Laboratório de Mineralogia do Solo da UFRPE, conforme os métodos propostos por Jackson (1975).

3.3.4. Análise por difratometria de raios-X (DRX)

A mineralogia das frações silte e argila foi determinada por difratometria de raios-X (DRX), segundo os métodos propostos por Jackson (1975) e Whittig & Allardice (1976).

Os difratogramas foram obtidos em dois laboratórios: (1) no de Materiais Avançados, Setor de Difratometria de Raios-X, localizado no Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco, utilizando-se difractômetro Siemens D5000, e (2) no de Metrologia e Ensaio Mecânicos, Setor Metrologia Elétrica, usando um difractômetro Rigaku. Ambos operam a uma tensão de 40Kv, com corrente de 20mA e velocidade de registro de 10mm min⁻¹, com radiação de cobre e filtro de níquel e amplitude de varredura (2θ) entre 2 e 40°.

Das lâminas orientadas e saturadas com K, uma foi processada ao natural a temperatura ambiente (K 25°C) e a outra após aquecimento a 550°C por duas horas (K 550°C). A amostra saturada com Mg e solvatada com glicerol (Mg-glicerol) foi irradiada a temperatura ambiente.

Inicialmente, foram obtidos difratogramas das amostras saturadas com K e processadas à temperatura ambiente das frações silte e argila de todos os horizontes dos perfis estudados. Uma vez interpretados, esses difratogramas serviram de base para a seleção dos horizontes mais representativos dos perfis e/ou que pudesse acusar algum tipo de mudança com relação à composição mineralógica do perfil que deveriam ter suas demais lâminas orientadas analisadas (Mg-glicerol e K 550°C).

Os critérios utilizados para a interpretação dos difratogramas e identificação dos minerais presentes foram: espaçamento interplanar (d), forma, largura e intensidade dos picos e comportamento frente aos tratamentos, de acordo com Grim (1968), Jackson (1975), Dixon (1977), Whittig & Allardice (1976) e Moore & Reynolds (1989).

Minerais do grupo da caulinita foram identificados pela presença dos picos 7,1, 3,5 e 2,3 A° nas amostras saturadas com K e irradiadas sem aquecimento, os quais permanecem inalterados nas saturadas com Mg-glicerol, porém colapsam após aquecimento da amostra saturada por K a 550°C.

Micas foram identificadas pelos picos 10,0, 5,0 e 3,3 A° e o quartzo pela presença dos picos 3,3, 4,2 e 2,2 A°, ambos constantes nos três tratamentos utilizados.

Os feldspatos foram identificados pela presença dos picos nos intervalos de distância interplanar entre 3,1-3,2 A°, 3,7-3,9 A° e 6,2-6,7 A°, excluídos os picos do quartzo e caulinita, constantes nos três tratamentos.

Minerais do grupo dos anfibólios foram identificados pelos picos de 8,3, 2,7 e 3,1 A°, constantes nos três tratamentos.

O grupo das cloritas foi definido pelo pico de 14,0 A° no difratograma de K 25°C que não responde nos demais tratamentos.

Interestratificados foram identificados segundo a proposição de Eslinger & Pevear (1988) conforme o esquema abaixo:

Mineral	Mg-glicol	K550°C
Clorita/ilita	Não expande	Pode aumentar a intensidade dos picos, mas não as suas posições
Ilita/esmectita	Expande	Colapsa para 10,0 A°
Ilita/vermiculita	Pode expandir	Colapsa para 10,0 A°
Clorita/esmectita	Expande	Colapsa para a região entre os picos 11,0 e 13,0 A°, mas não para 10,0 A°
Clorita/vermiculita	Pode expandir	Colapsa para a região entre os picos 11,0 e 13,0 A°, mas não para 10,0 A°

Nos difratogramas apresentados a seguir são identificados apenas os picos de primeira e segunda ordem.

3.3.5. Confeção das lâminas delgadas do material de origem

As lâminas delgadas do material de origem dos solos foram confeccionadas nos laboratórios de Micromorfologia do Solo da UFRPE e de Preparação e Corte de Lâminas Delgadas do Departamento de Geologia da UFPE.

Na UFRPE a confeção das lâminas baseou-se nos métodos propostos e descritos por Jongerius & Heintzberger (1963), Fitzpatrick (1984) e Murphy (1986), resumidos a seguir: as amostras do material de origem dos solos foram secas ao ar e depois em estufa a 45°C e, em seguida, impregnadas, face ao seu grau de alteração, com uma mistura contendo resina (resina de poliéster ortoftálica cristal), diluente (estireno) e catalizador (peróxido de metil-etil-cetona, para acelerar a polimerização). Após a impregnação as amostras foram pressurizadas e colocadas em local adequado para o completo desenvolvimento do processo de polimerização. Após o endurecimento, as amostras impregnadas foram seccionadas, polidas, coladas em lâminas de vidro e desbastadas até atingirem a espessura ideal (0,032 mm) para a realização das análises petrográficas, quando então receberam uma lamínula para proporcionar proteção, conservação e melhorar o contraste das feições observadas ao microscópio.

Na UFPE as amostras do material de origem foram seccionadas, polidas, coladas em lâminas de vidro, desbastadas e recobertas por uma lamínula de vidro, constituindo lâminas delgadas de rochas, prontas para a análise petrográfica.

3.3.6. Análises petrográficas

As análises mineralógicas das lâminas delgadas foram realizadas no Laboratório de Mineralogia Óptica do Departamento de Geologia da UFPE, utilizando-se um microscópio petrográfico OLYMPUS BX-40, anexado a um sistema de captura de imagem digital, sob luz transmitida, onde foram identificadas, por meio dos três sistemas ópticos de observação (luz natural, ortoscópio e conoscópio) as propriedades ópticas características de matérias-primas minerais.

3.3.7. Preparação das amostras para a análise por fluorescência de raios-X (FRX)

A preparação das amostras de solo e do material de origem foi realizada no Laboratório de Preparação de Amostras de Rochas do Departamento de Geologia da UFPE. Esta envolveu a britagem do material de origem para diminuir o tamanho dos seus fragmentos, que, posteriormente, foram colocados em um moinho de disco, durante 1-2 minutos a uma velocidade de 700 rpm, para que os fragmentos atingissem um tamanho inferior a 200 mesh (tamanho máximo para a realização da análise química) por fluorescência de raios-X (FRX). As amostras de solos também foram submetidas à mesma preparação para atingir o tamanho necessário, com exceção da passagem pelo britador.

3.3.8. Análise química por fluorescência de raios-X (FRX)

A análise química por fluorescência de raios-X foi realizada no Laboratório de Fluorescência de Raios-X (FRX) do Instituto de Geociências da USP, de acordo com o método pastilha fundida (FGD) proposto por Mori *et al.* (1999). Os elementos maiores (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , MnO e P_2O_3) foram expressos em porcentagem ponderal de óxidos e a Loi (água estrutural) foi calculada a partir da perda a 1000°C .

3.3.9. Determinação dos índices pedogeoquímicos Ki e Kr

Utilizando os dados de análise química total por fluorescência de raios-X (FRX) para os elementos maiores presente nos solos e no material de origem foram calculados os índices pedogeoquímicos (Loughnan, 1969):

$$K_i = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$$

$$K_r = \text{SiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Granulometria e Mineralogia dos solos

4.1.1. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

O ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4) foi descrito e coletado por Jacomine e colaboradores (Ribeiro, 1999), sendo constituído pelos horizontes minerais A, AB, BA, Bt₁, Bt₂, BC, C/B e C. Fica localizado em terço médio de encosta com 20% de declividade em área de relevo forte ondulado, sem erosão aparente, sob clima tropical úmido (Anexo 1).

A análise granulométrica dos horizontes minerais (Fig. 8 e Anexo 1) mostra um aumento na fração argila nos horizontes B, que define gradiente textural (Bt₁ e Bt₂). Observa-se a presença da fração cascalho (até 2%) nos horizontes Bt₁, Bt₂ e BC.

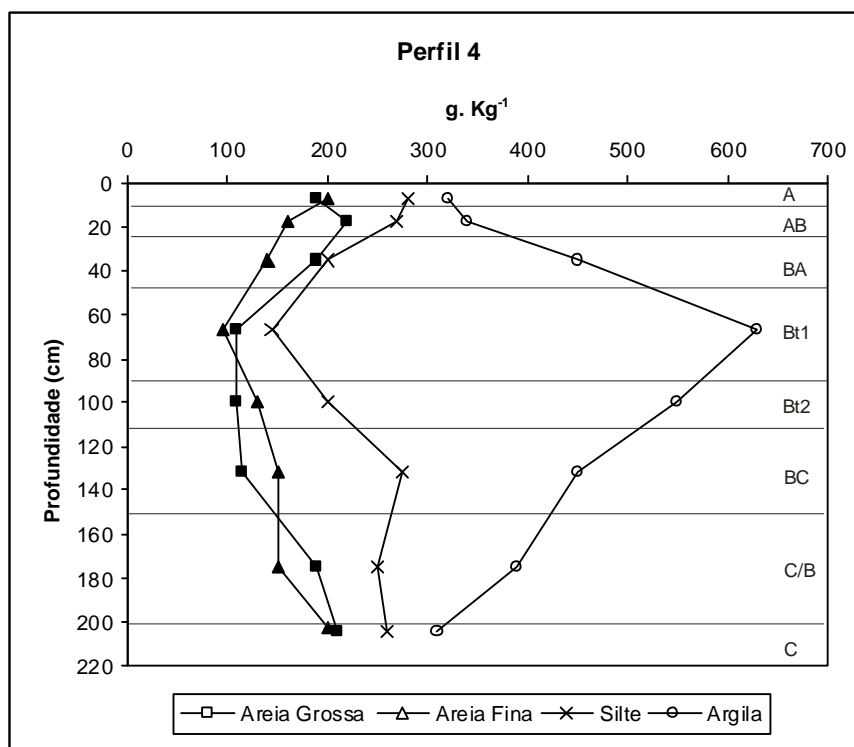


Figura 8 . Distribuição granulométrica da TFSA do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

Fração Cascalho

A mineralogia da fração cascalho é composta, essencialmente, de quartzo e fragmentos de rochas (Fig. 9 e Anexo 1). Ocorrem ainda feldspatos (horizonte Bt₁) e agregados/concreções ferruginosos, provavelmente, limonita/goethita (horizonte BC).

O quartzo é o mineral predominante na fração, com porcentagem média de 95%. Ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos brancos a hialinos, angulosos a muito angulosos.

Os fragmentos de rocha, compostos de quartzo ± feldspatos ± minerais opacos, mostram intensos sinais de alteração estando os feldspatos, parcialmente, transformados em caulim e os minerais opacos com evidentes sinais de oxidação.

Os feldspatos isolados também mostram sinais de alteração e os agregados/concreções ferruginosos são, em geral, globulares, de cor marrom avermelhada e são resistentes à compressão.

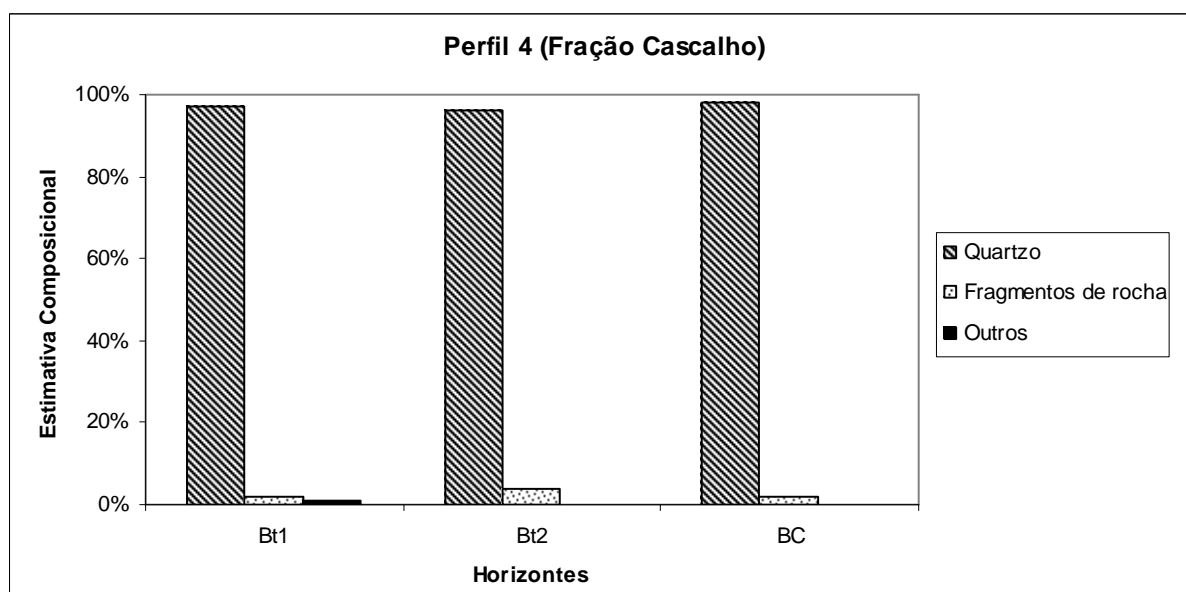


Figura 9 - Composição mineralógica da fração cascalho do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

Fração Areia Grossa

Esta fração (Fig. 10 e Anexo 1) é constituída, essencialmente, por quartzo (96 a 99%). Também são observados, em porcentagens inferiores a 1%, minerais opacos

(inclusive magnetita), feldspatos, biotita, fragmentos de rocha e agregados/concreções argilosos a ferruginosos.

O quartzo ocorre em grãos angulosos a muito angulosos, parcialmente, recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro, apresentando cor alaranjada.

Nos fragmentos de rocha, compostos por quartzo ± feldspatos ± minerais opacos, os feldspatos e a biotita, mostram visíveis sinais de alteração, definidos pelas mudanças de cor e brilho.

Os agregados/concreções argilosos a ferruginosos apresentam, respectivamente, cores que variam do branco ao bege passando a marrom avermelhado, ao mesmo tempo em que se tornam menos friáveis.

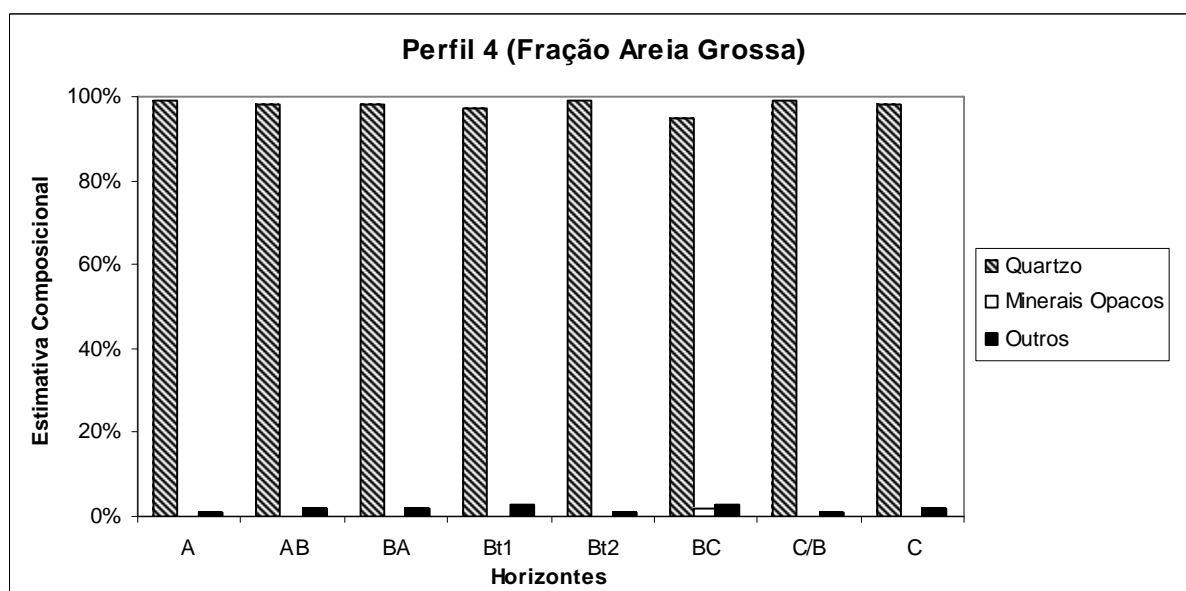


Figura 10 - Composição mineralógica da fração areia grossa do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

Fração Areia Fina

A fração areia fina é constituída por quartzo, minerais opacos, feldspatos, biotita, clorita, agregados/concreções argilosos a ferruginosos, zircão, apatita e epidotos (Fig. 11 e Anexo 1).

O quartzo, com características semelhantes às descritas na fração areia grossa, é o mineral mais abundante (96 a 99%).

A biotita e os minerais opacos (magnetita) chegam a constituir 2% da amostra. Os demais minerais ocorrem como traços.

Jacomine *et al.* (1973) descrevem mineralogia semelhante em Argissolos situados na Zona do Litoral e Mata e interpretam que estes são altamente intemperizados e, praticamente, desprovidos de reserva mineral que possa liberar elementos nutrientes para as plantas, nas frações areia grossa e fina.

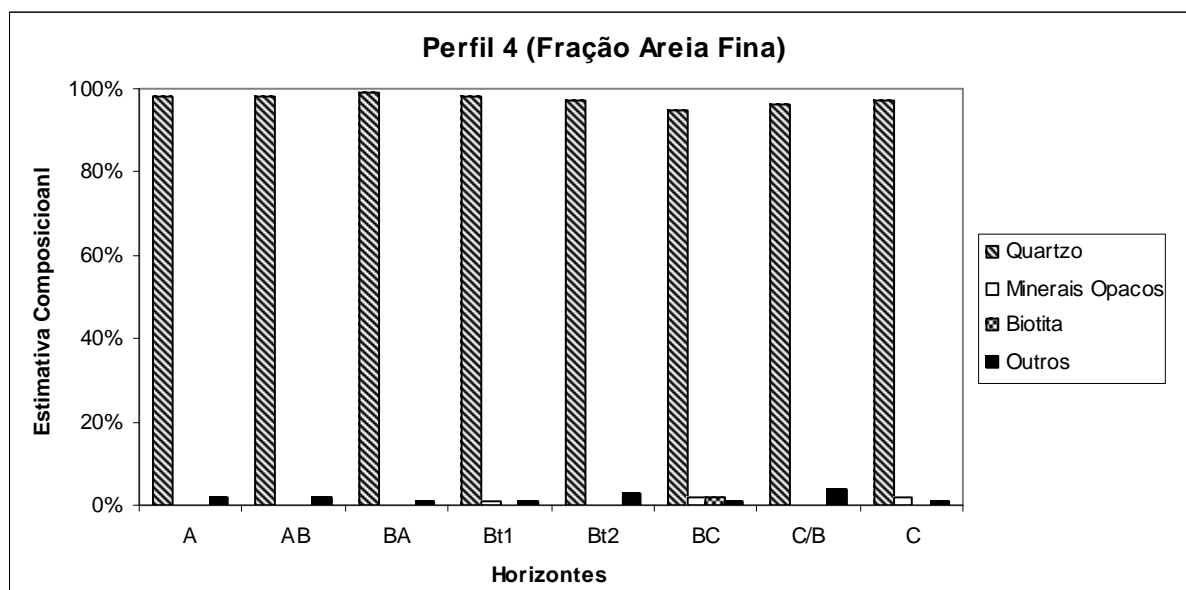


Figura 11 - Composição mineralógica da fração areia fina do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

Fração Silte

Os difratogramas da fração silte dos horizontes A, BA, Bt₁, Bt₂, BC e C (Fig. 12 a, b e c) mostram mineralogias semelhantes constituídas por minerais do grupo da mica, feldspatos, caulinita e quartzo. Nos horizontes BC e C se observa o pico de 14,0 A° que sugere a presença de clorita, uma vez que não responde aos demais tratamentos (Eslinger & Pevear, 1988).

Na Fig. 13, onde são mostrados os difratogramas a K 25°C para todos os horizontes do solo, observa-se uma tendência no aumento da intensidade dos picos da caulinita e da mica em profundidade, sugerindo um relativo aumento na quantidade destes minerais.

Os reflexos agudos e simétricos do quartzo e dos feldspatos sugerem que os mesmos estejam bem cristalizados (Almeida *et al.*, 1997).

As diferentes posições dos picos dos feldspatos (3,1-3,2 A°, 3,7-3,9 A° e 6,2-6,7 A°) são indícios de que existem no perfil, mais de um tipo de feldspato (plagioclásios e K-feldspatos) (Cerri, 1979), conforme análise petrográfica do material de origem (Anexo 1).

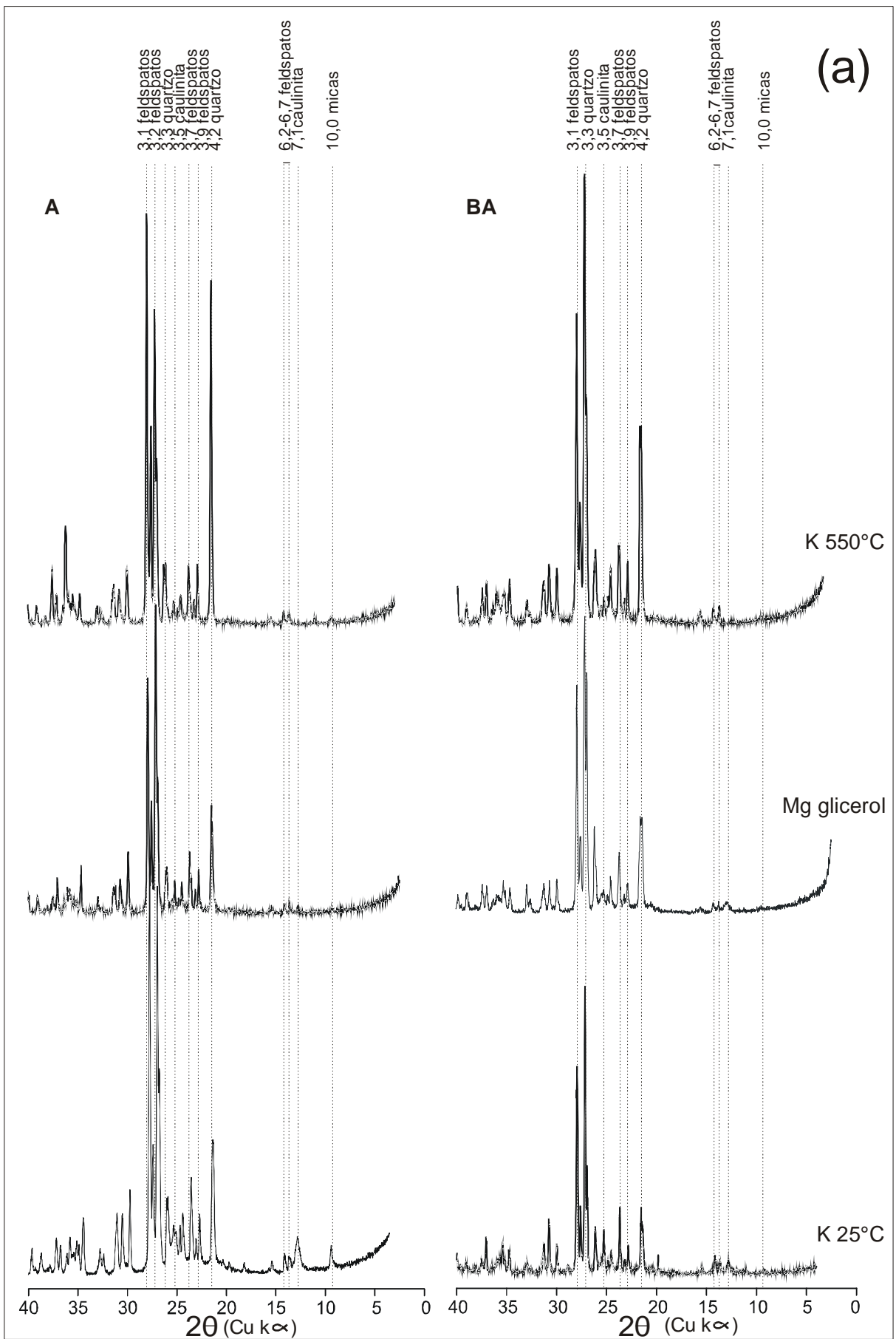


Figura 12 (a) - Difractogramas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes A e AB.

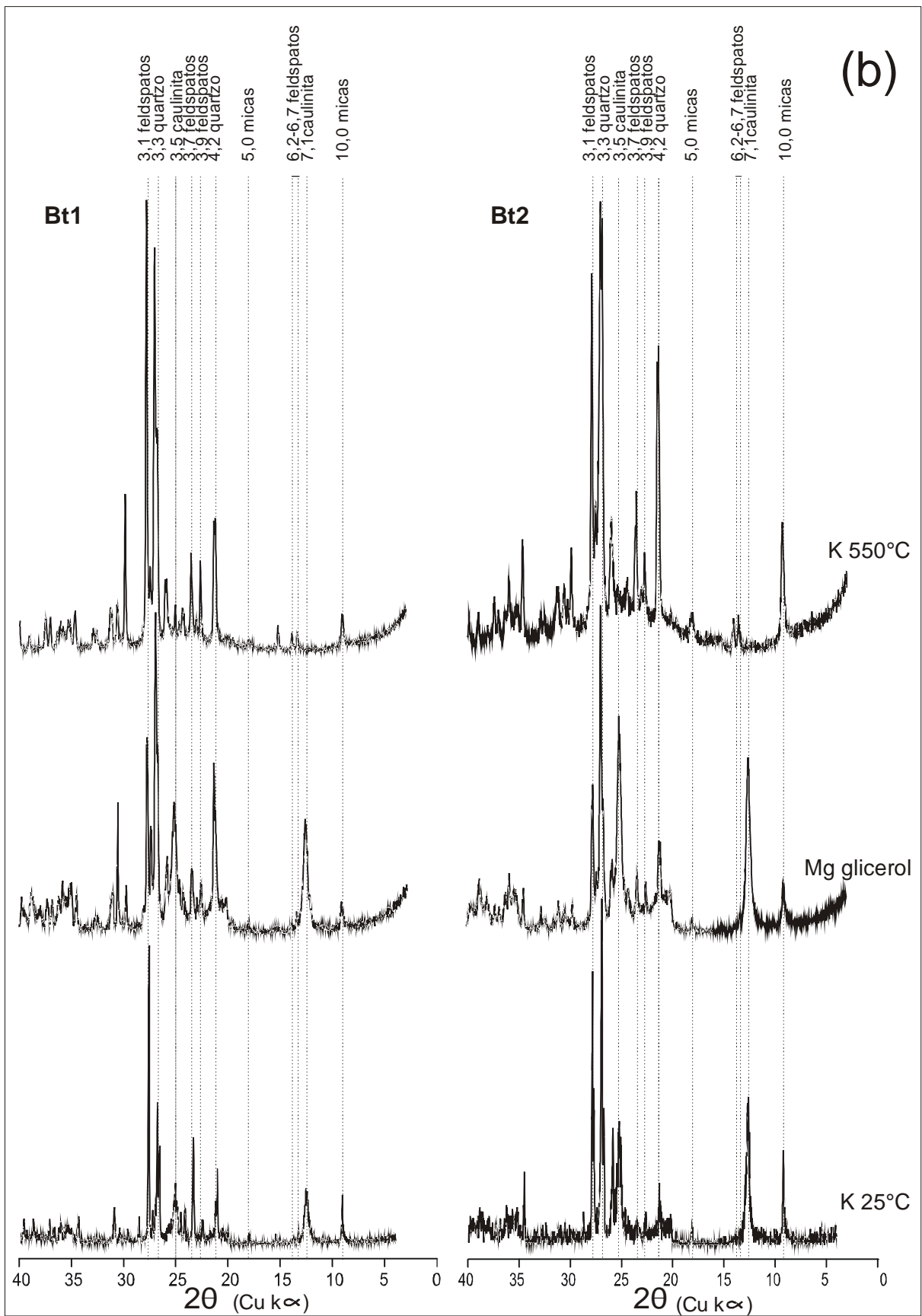


Figura 12 (b) - Difratogramas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes Bt1 e Bt2.

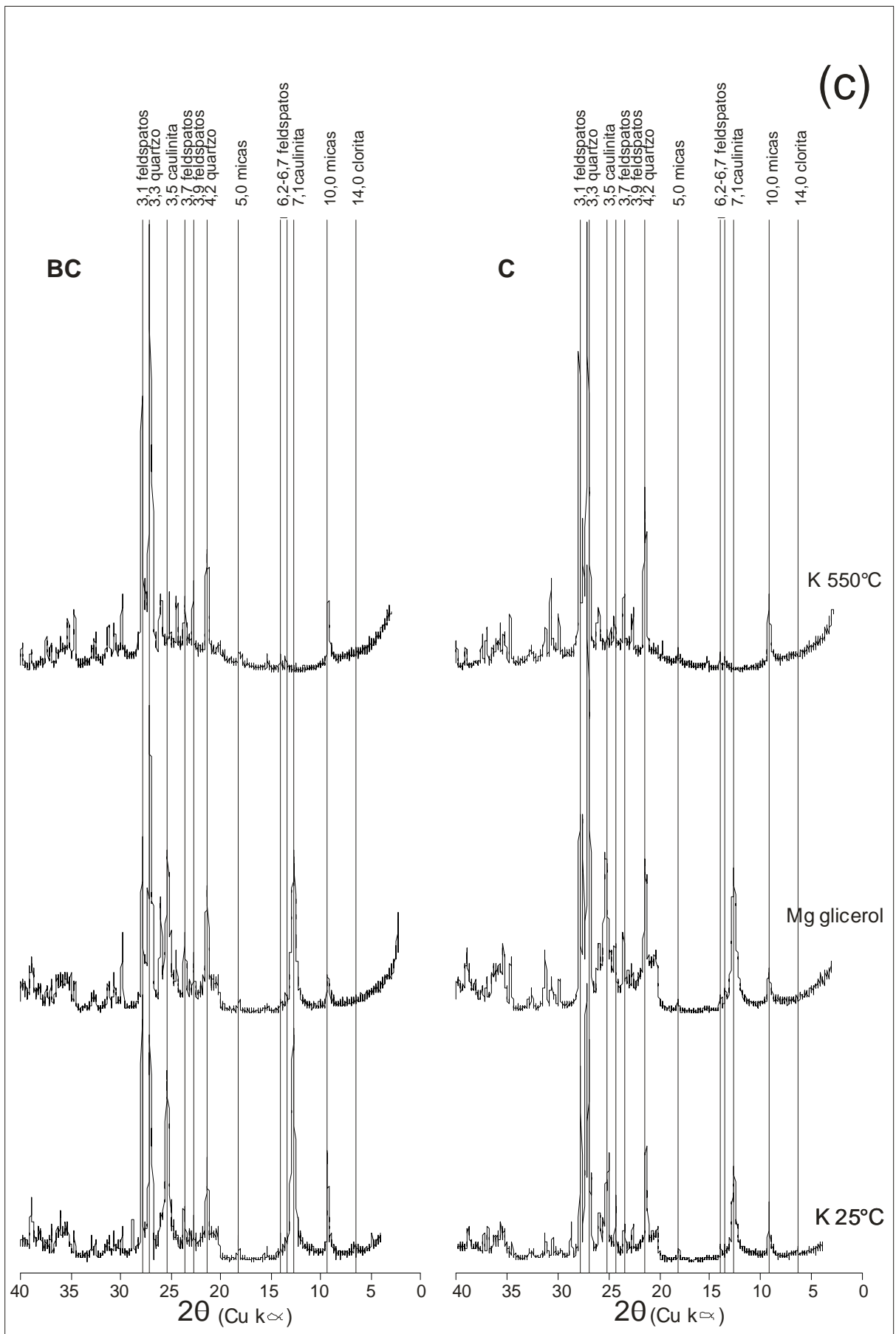


Figura 12 (c) - Difractogramas de raios-X da fração silte do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes BC e C.

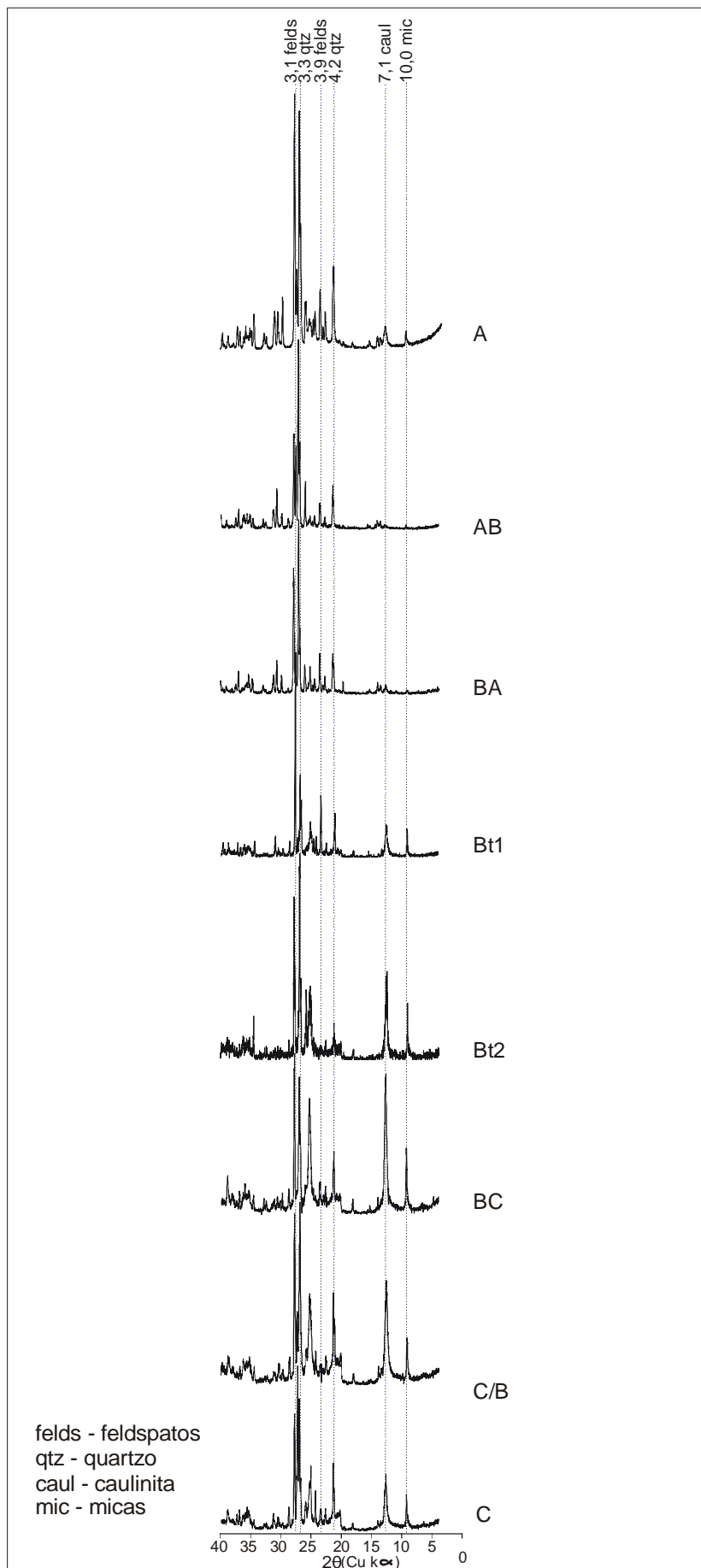


Figura 13 - Difratoformas de raios-X de K 25°C da fração silte de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

Fração Argila

A fração argila é constituída por mica, caulinita, feldspatos e quartzo, observados em todos os horizontes (Fig. 14 a, b e c). Interestratificados (provavelmente, clorita/vermiculita) são observados nos horizontes BA, BC e C pela presença do pico de $14,0 \text{ \AA}$ no tratamento com K 25°C , que não expande no tratamento Mg glicerol e colapsa para $12,5 \text{ \AA}$ no tratamento com K 550°C (Eslinger & Pevear, 1988).

Diferente da fração silte, nos difratogramas da fração argila somente é observada a presença de feldspatos na região $3,1\text{-}3,2 \text{ \AA}$, sugerindo maior resistência destes ao intemperismo.

A intensidade dos picos da caulinita e dos feldspatos mostram que estes são os minerais majoritários da fração (Fig. 15). A relativa abundância de feldspatos nesta fração é sugestiva de uma reserva potencial mineral de nutrientes às plantas.

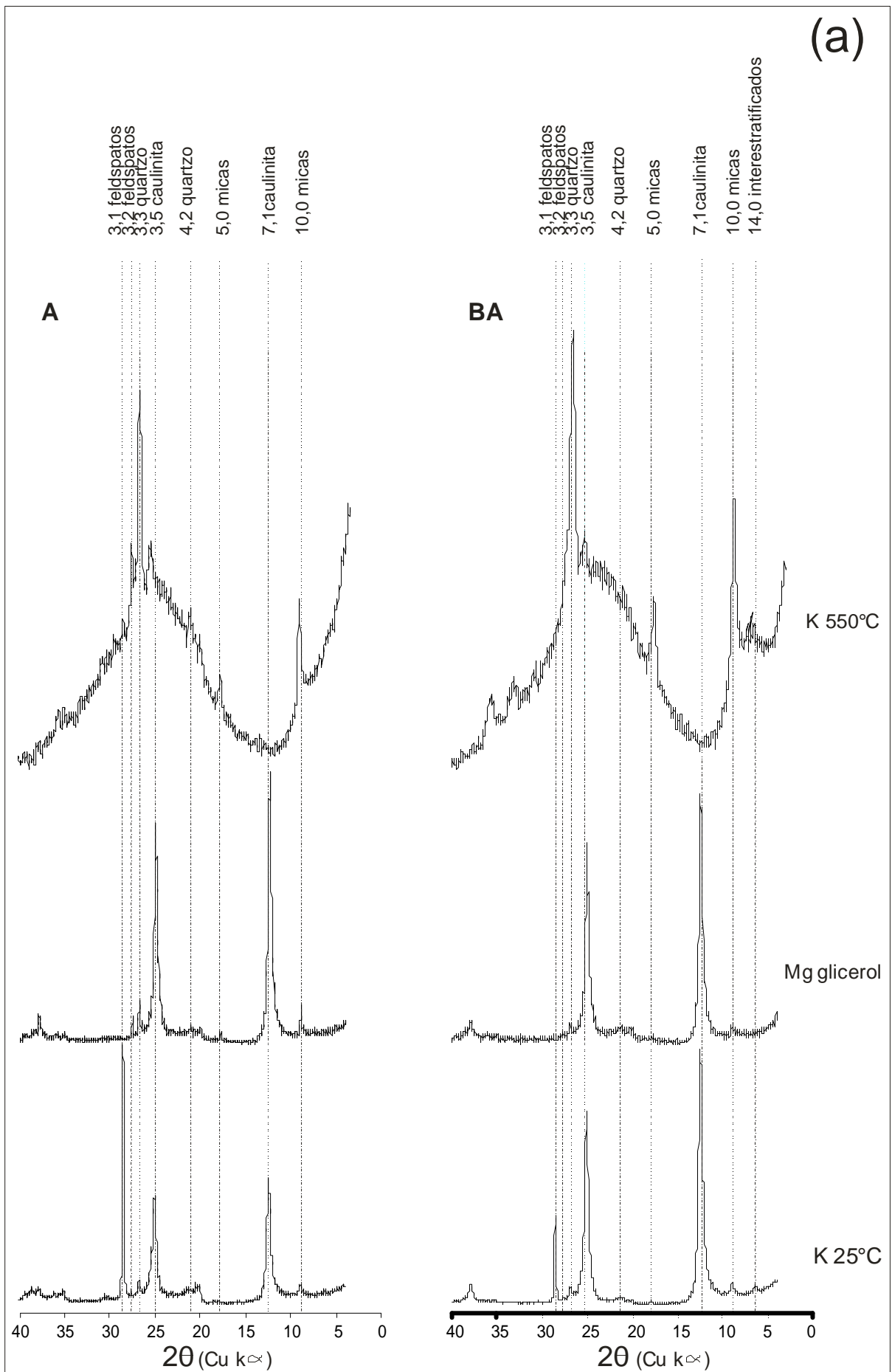


Figura 14 (a) - Difratogramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes A e AB.

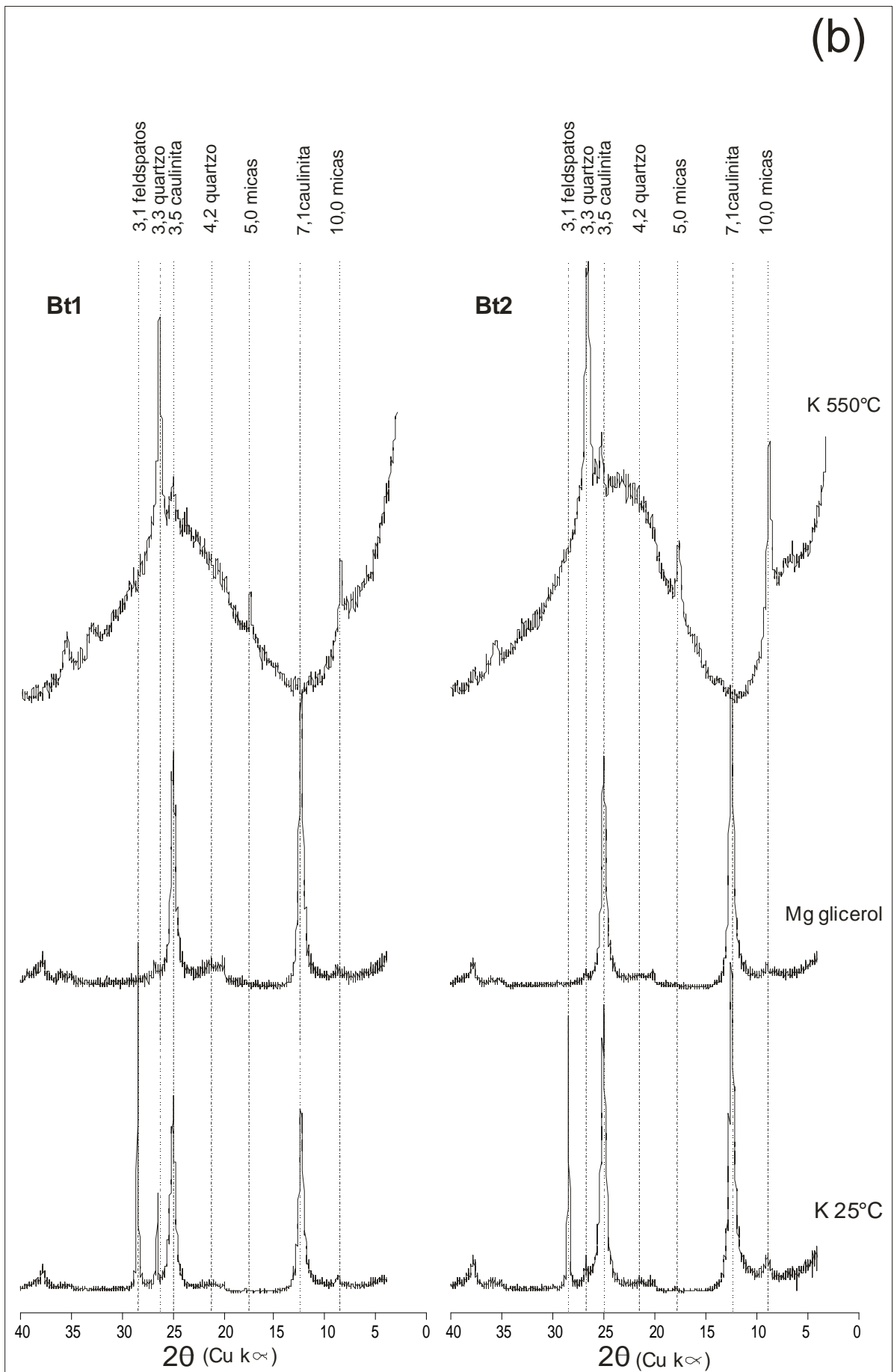


Figura 14 (b) - Difractogramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes Bt1 e Bt2.

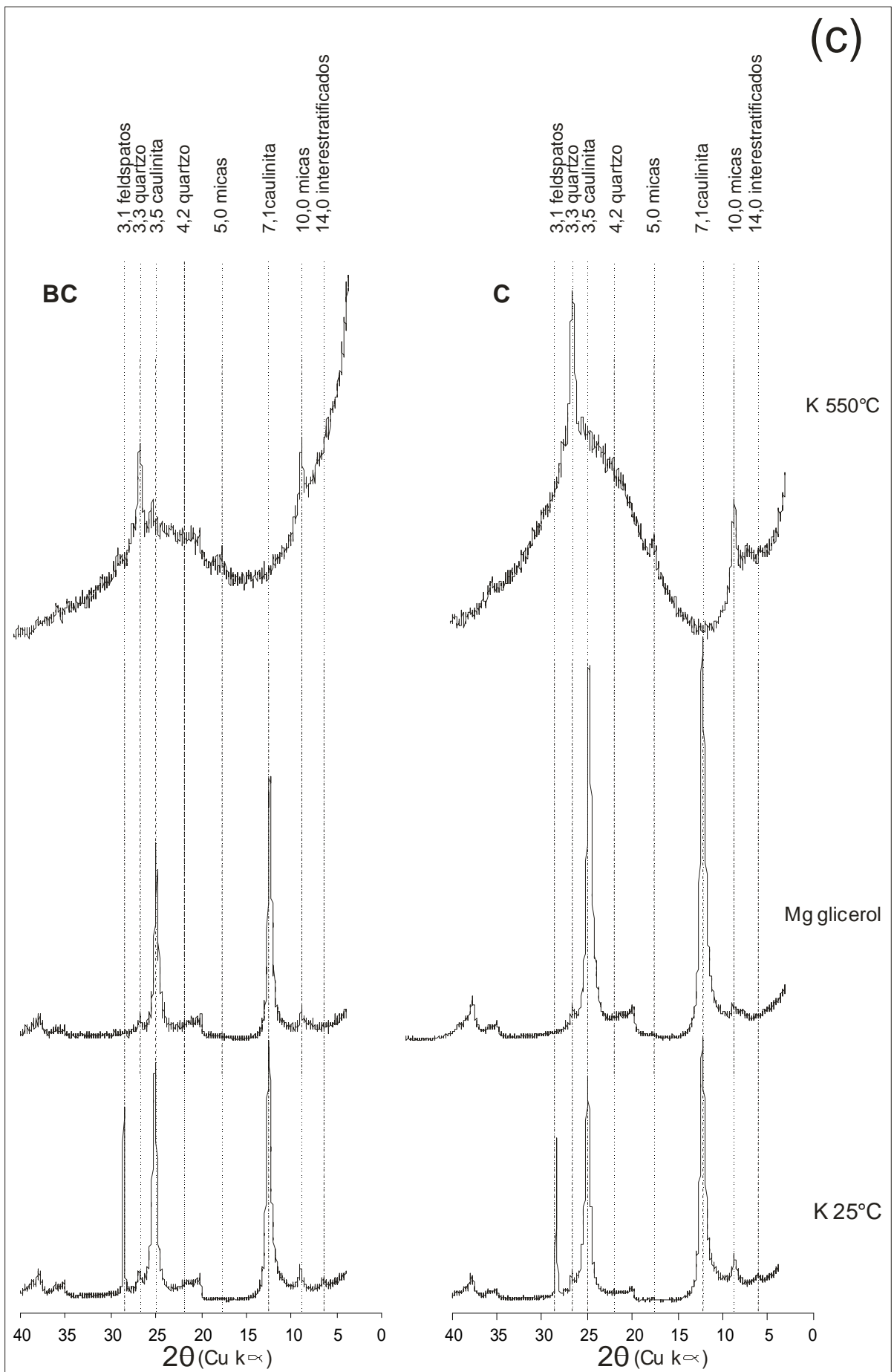


Figura 14 (c) - Difratoigramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4): horizontes BC e C.

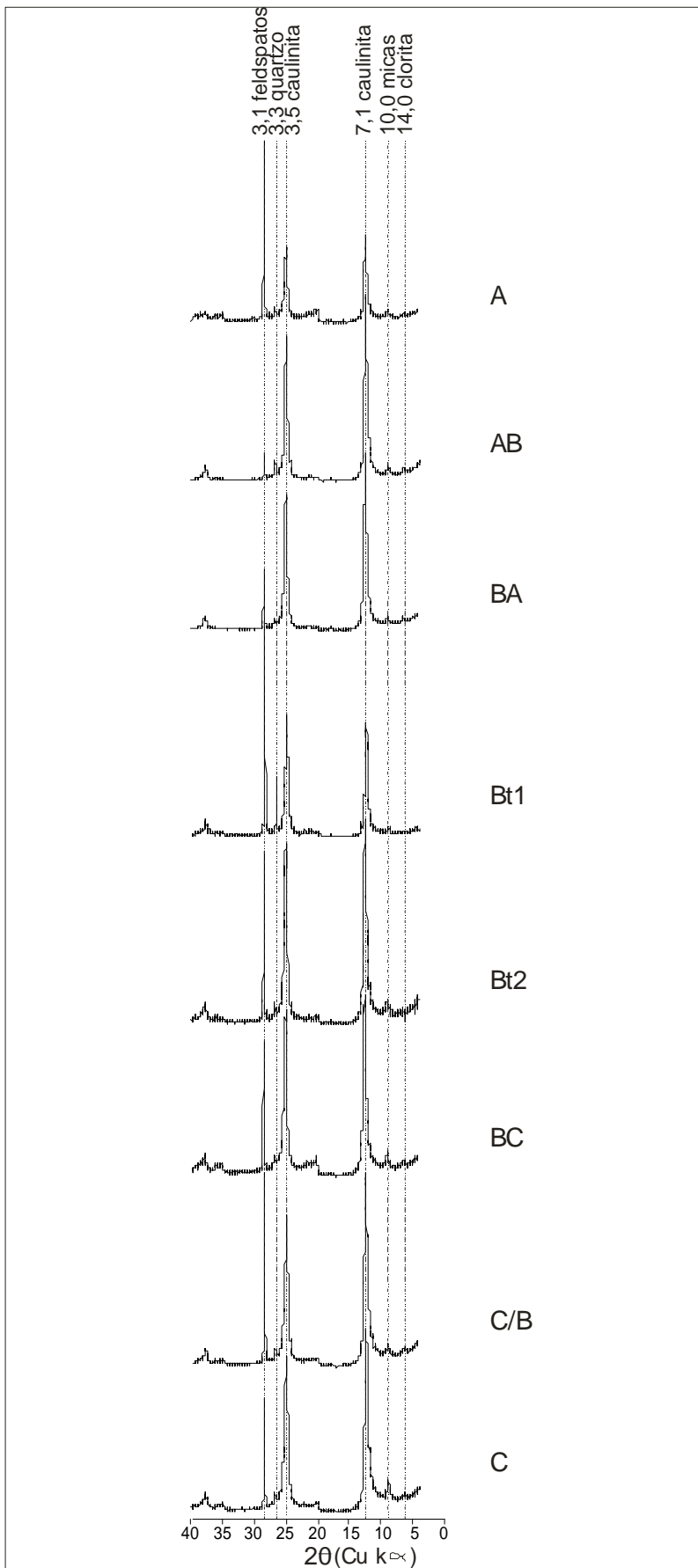


Figura 15 - Difratogramas de raios-X de K 25°C da fração argila de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Ditrófico típico (Perfil 4).

4.1.2. CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5)

Este perfil, descrito e coletado por Jacomine e colaboradores (Ribeiro,1999), é constituído pelos horizontes Ap, A₂, Bt, C e Cr. Fica localizado em terço médio de elevação com 5-7% de declividade em área de relevo ondulado, apresentando erosão laminar ligeira, sob clima tropical úmido (Anexo 2).

A fração cascalho ocorre, somente, nos horizontes Ap (4%) e Bt (3%). As frações areia grossa e areia fina mostram um decréscimo no horizonte Bt, simultâneo ao aumento na fração argila, definindo gradiente textural, enquanto a fração silte permanece praticamente inalterada (Fig. 16 e Anexo 2).

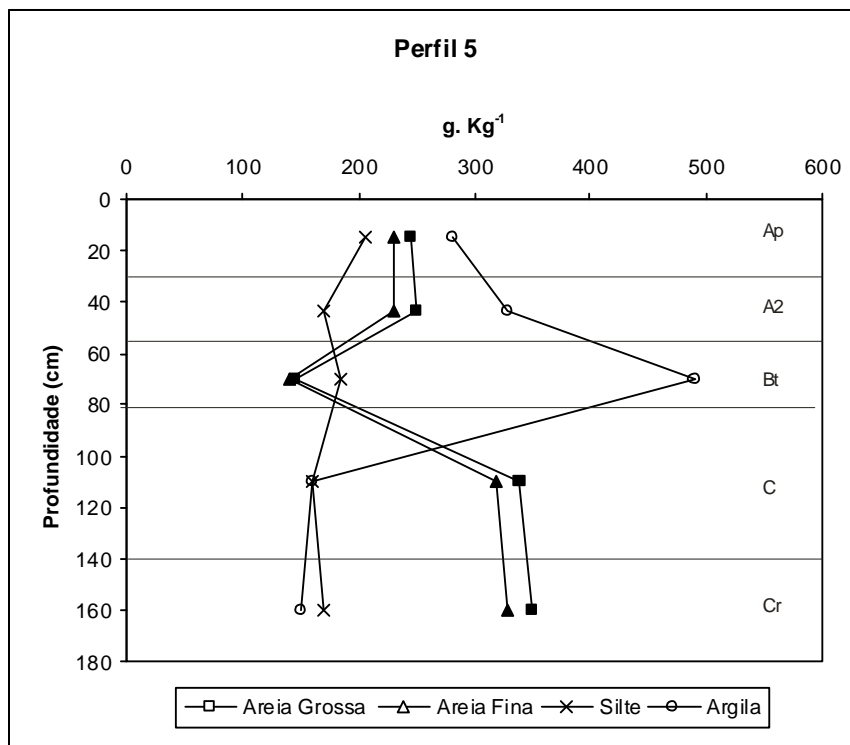


Figura 16 . Distribuição granulométrica da TFSA do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).

Fração Cascalho

A fração cascalho é constituída, de uma maneira geral, por fragmentos de rocha e quartzo (Fig. 17 e Anexo 2).

Os fragmentos de rocha variam de 60%, no horizonte Ap, a 90%, no horizonte Bt. São formados por quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos, que mostram sinais de alteração.

O quartzo ocorre como grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos a muito angulosos e, parcialmente, recobertos por óxido de ferro, apresentando cor alaranjada. Também são descritos grãos tabulares, que mostram lineação de estiramento, definindo origem metamórfica.

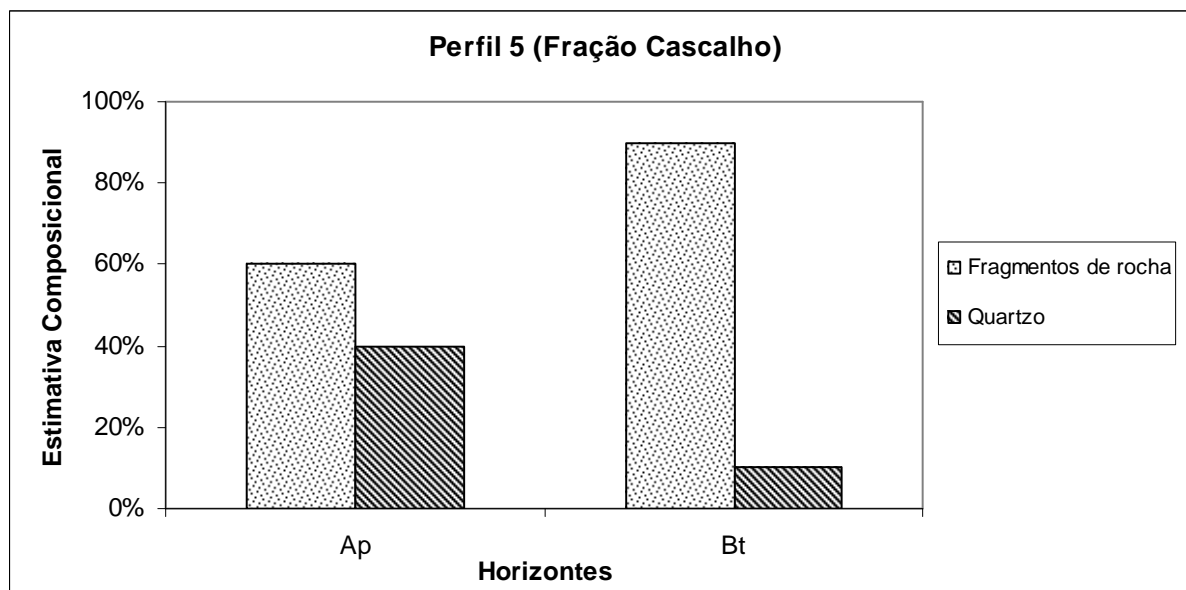


Figura 17 - Composição mineralógica da fração cascalho do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é constituída de quartzo, feldspatos, biotita, anfibólios, fragmentos de rocha e minerais opacos (Fig. 18 e Anexo 2). São também descritos agregados argiloso-ferruginosos, de cor castanha avermelhada e friável, nos horizontes Ap, A₂ e Bt, e, epidoto, no horizonte A₂, que ocorrem como traços.

Os grãos de quartzo estão, parcialmente, recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro, são angulosos à muito angulosos. Suas porcentagens diminuem à medida que o perfil torna-se mais profundo, passando de 97% no horizonte Ap a 60% no horizonte Cr.

Os feldspatos, a biotita, os anfibólios e os fragmentos de rocha aumentam em profundidade, passando de <1% a respectivamente 3%, 7%, 10% e 20%. Esse

aumento nas concentrações de minerais alteráveis em profundidade ocorre, possivelmente, por estes serem herdados do material de origem (Kittrick, 1977).

Os fragmentos de rocha, constituídos por quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais, feldspatos, biotita e anfibólios mostram sinais de alteração, que são mais evidentes nos horizontes superficiais, corroborando com o exposto acima.

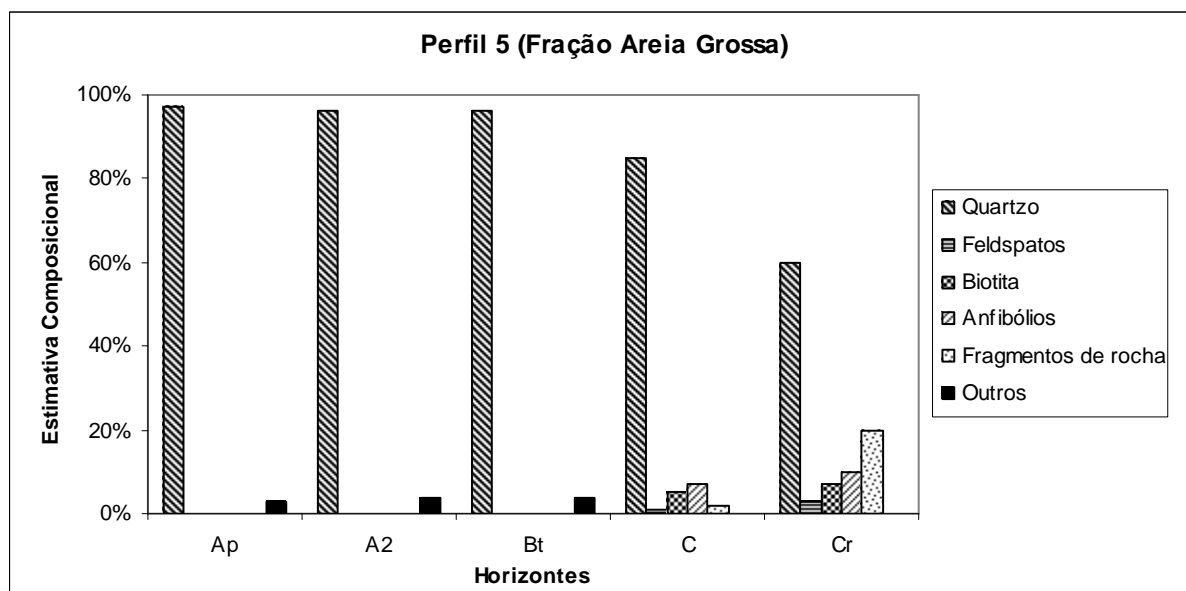


Figura 18 - Composição mineralógica da fração areia grossa do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).

Fração Areia Fina

A mineralogia da fração areia fina é constituída por quartzo, feldspatos, biotita, anfibólios, epidoto, apatita, zircão e agregados argiloso-ferruginosos (Fig. 19 e Anexo 2).

O quartzo, com características semelhantes às descritas na fração areia grossa, mostra porcentagens que diminuem à medida que o perfil torna-se mais profundo, variando de 95% (horizonte Ap) a 55% (horizonte Cr). Simultaneamente, se observa que os feldspatos (<1-10%), biotita (<1-20%) e anfibólios (<1-15%) aumentam em profundidade, com a proximidade da rocha matriz.

Os demais constituintes ocorrem em porcentagens inferiores à 1%.

Jacomine *et al.* (1973) encontraram resultados similares em Chernossolos localizados na Zona do Litoral e Mata, descrevendo, principalmente nos horizontes

subsuperficiais, uma boa reserva mineral de fácil intemperização, que pode liberar elementos nutrientes para as plantas.

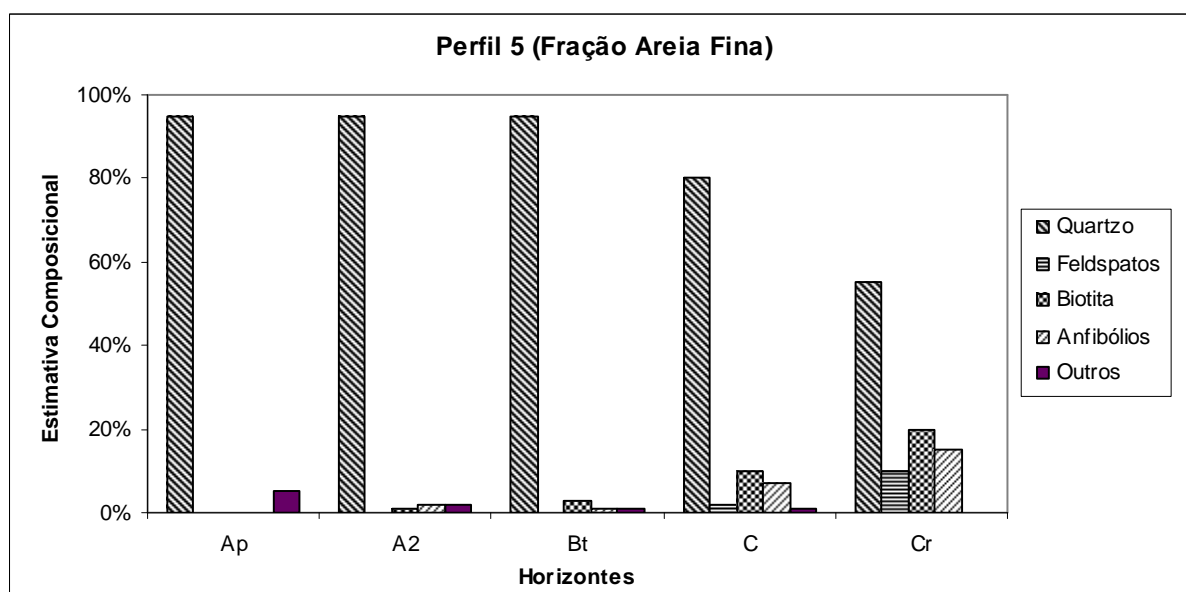


Figura 19 - Composição mineralógica da fração areia fina do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).

Fração Silte

A fração silte é constituída por mica, caulinita, quartzo, feldspatos e anfibólios (Fig. 20).

Em todo o perfil os picos da caulinita são largos e, ligeiramente, assimétricos e com pequena intensidade, evidenciando tratar-se de um argilomineral com baixa cristalinidade (Almeida *et al.*, 1997) e que ocorre em quantidades relativamente pequenas.

As diferentes posições dos picos dos feldspatos (3,1-3,2 A°; 3,7-3,9 A° e 6,2 A°) indica que existe no perfil, mais de um tipo de feldspato (Cerri, 1979).

Através da intensidade dos picos, verifica-se que o quartzo e os feldspatos são os minerais de maior ocorrência nesta fração, e que a mica e os anfibólios tendem a aumentar em profundidade (Fig. 21).

Fração Argila

A interpretação dos difratogramas da fração argila mostra que esta é constituída por minerais dos grupos da mica, caulinita, interestratificados, quartzo e feldspatos (nos horizontes Bt, C e Cr) e anfibólios (horizonte Cr) (Fig. 22).

Os picos da mica/ilita dos horizontes Ap, Bt e C mostram expansão no tratamento com Mg glicerol e colapso no tratamento com K 550°C para 10,0 A°, sugerindo a presença de interestratificados, possivelmente ilita/esmectita ou ilita/vermiculita (Eslinger & Pevear, 1988). No horizonte Cr, no tratamento com Mg glicerol aparece o pico de 19,5 A°, que colapsa a 550°C, sugestivo da presença de interestratificado ilita/esmectita.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Perfil 4) e o Chernossolo Argilúvico Órtico típico (Perfil 5), apesar de estarem localizados na mesma zona fisiográfica (Litoral e Mata) e de apresentarem situação topográfica e materiais de origem semelhantes, mostram características diferentes (profundidade, tipos e diferenciação dos horizontes diagnósticos e composição mineralógica do solo). O Perfil 4 fica localizado em área cujo tipo climático de Gaussen é o 3dTh (Anexo 1), Nordeste subseco, com índice xerotérmico entre 0 e 40 e número de meses secos de 1 a 3, enquanto o Perfil 5 encontra-se situado em região de tipo climático de Gaussen 3cTh (Anexo 2), Nordeste de seca atenuada com índice xerotérmico entre 40 e 100 e número de meses secos de 3 a 5. Esta diferença climática proporciona maior intensidade do intemperismo e dos processos pedogenéticos no desenvolvimento do Perfil 4, quando comparado com o Perfil 5.

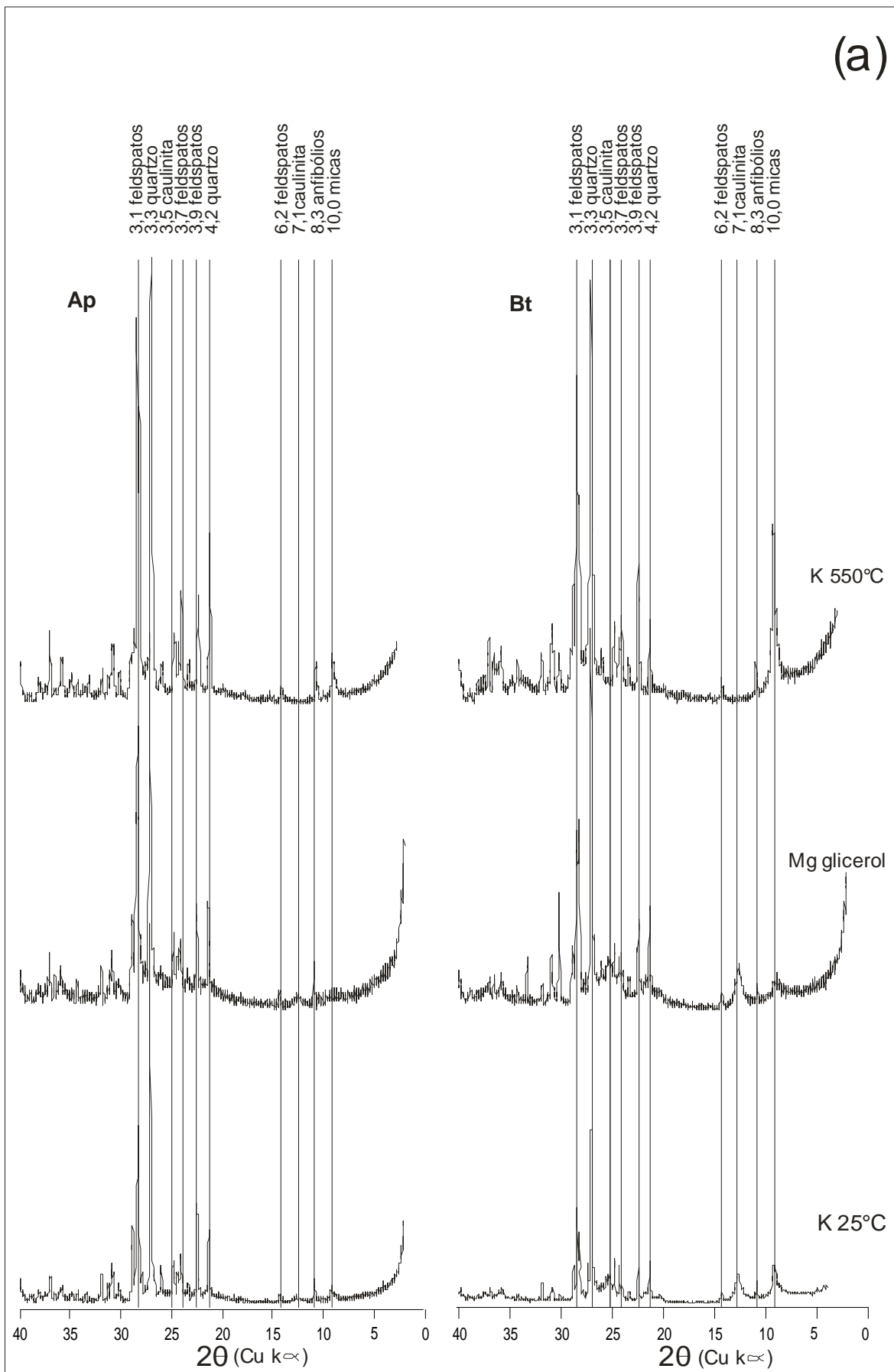


Figura 20 (a) - Difratoformas de raios - X da fração silte do CHERNOSSOLO ARGILUVICO Ortico típico (Perfil 5): horizontes Ap e Bt.

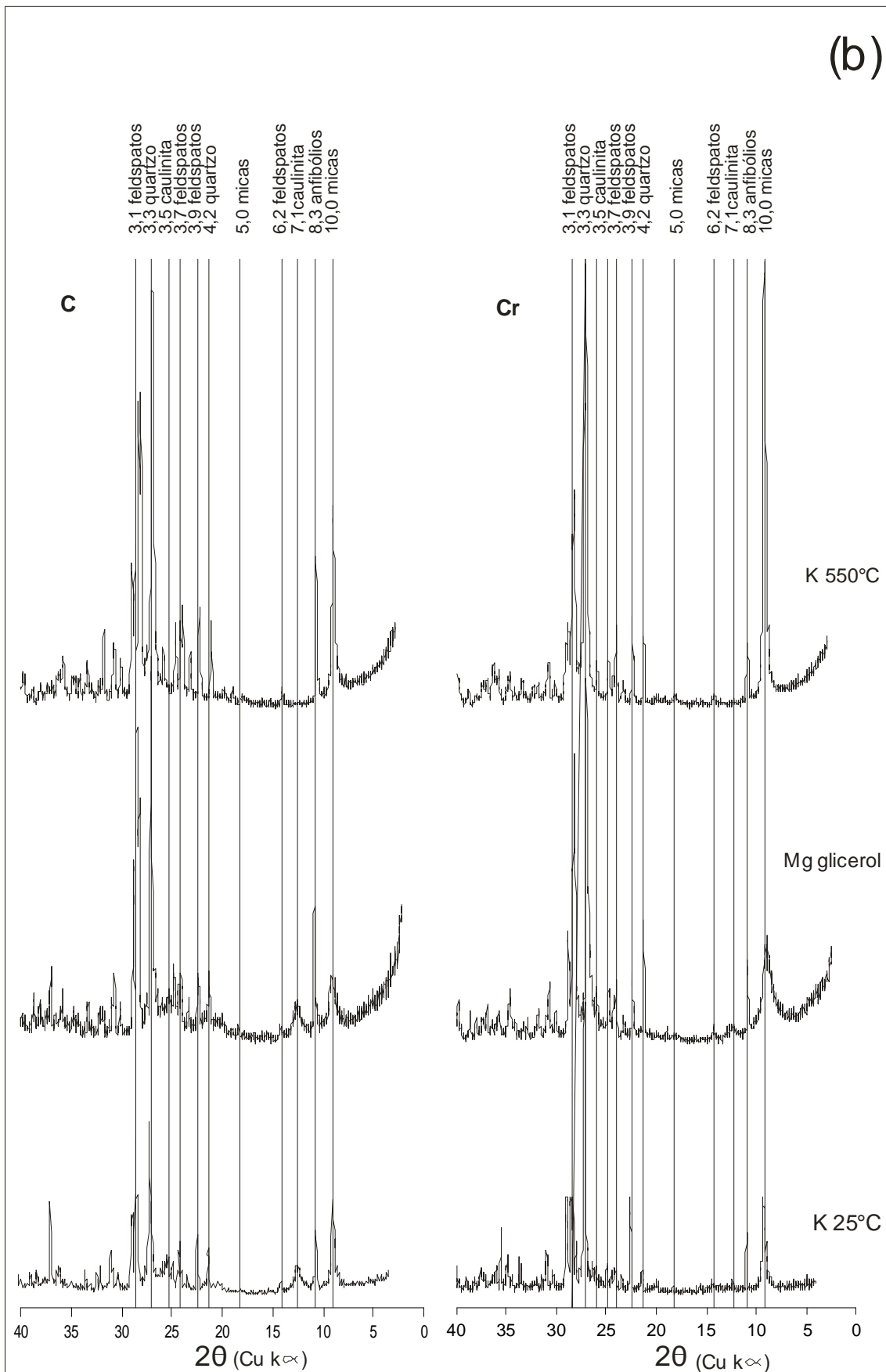


Figura 20 (b) - Difractogramas de raios - X da fração silte do CHERNOSSOLO ARGILUVICO Ortico típico (Perfil 5): horizontes C e Cr.

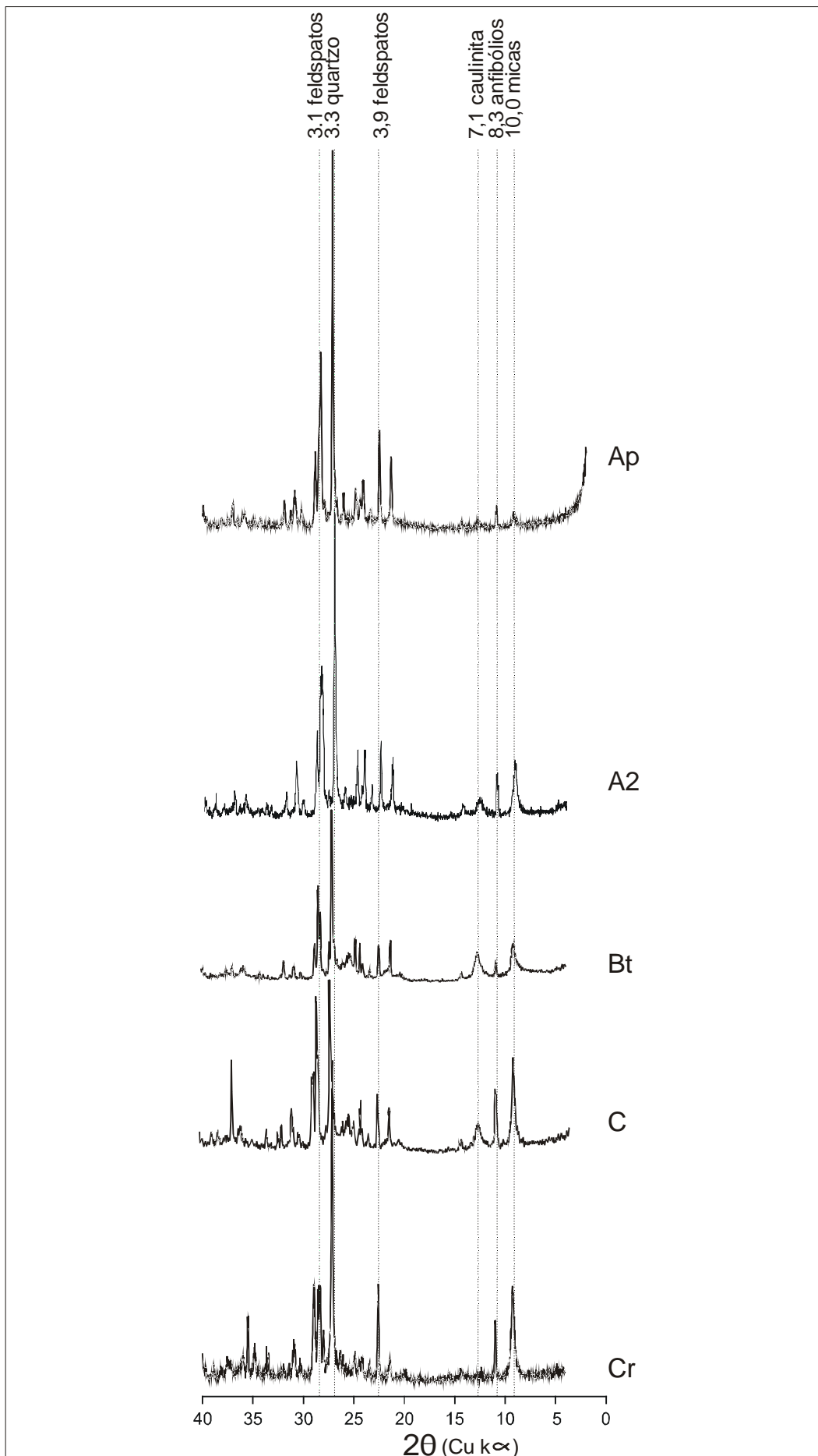


Figura 21 - Difractogramas de raios - X da fração silte de todos os horizontes do CHERNOSSOLO ARGILUVICO Ortico típico (Perfil 5).

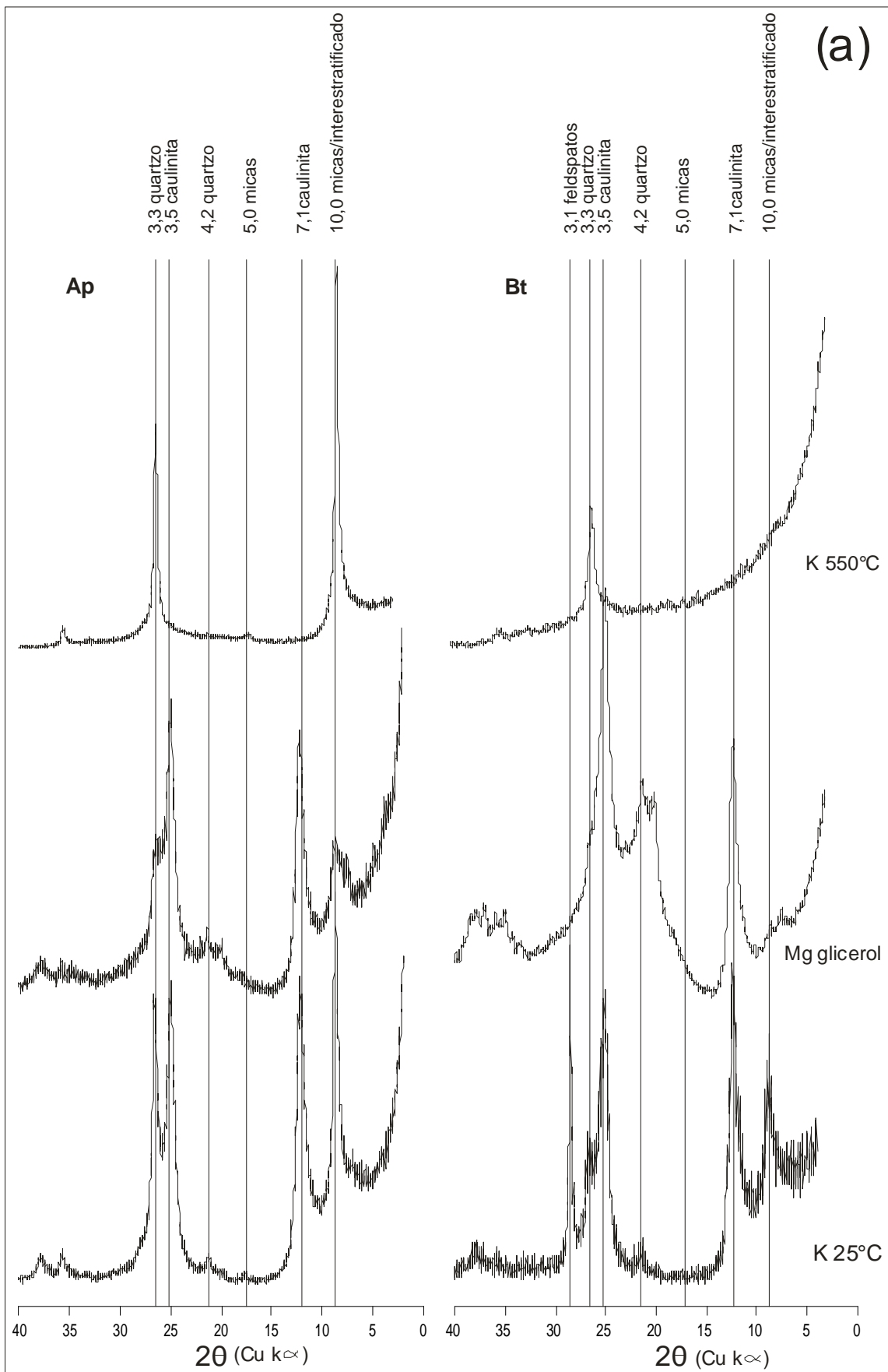


Figura 22 (a) - Difratoformas de raios - X da fração argila do CHERNOSSOLO ARGILUVICO Ortico típico (Perfil 5): horizontes Ap e Bt.

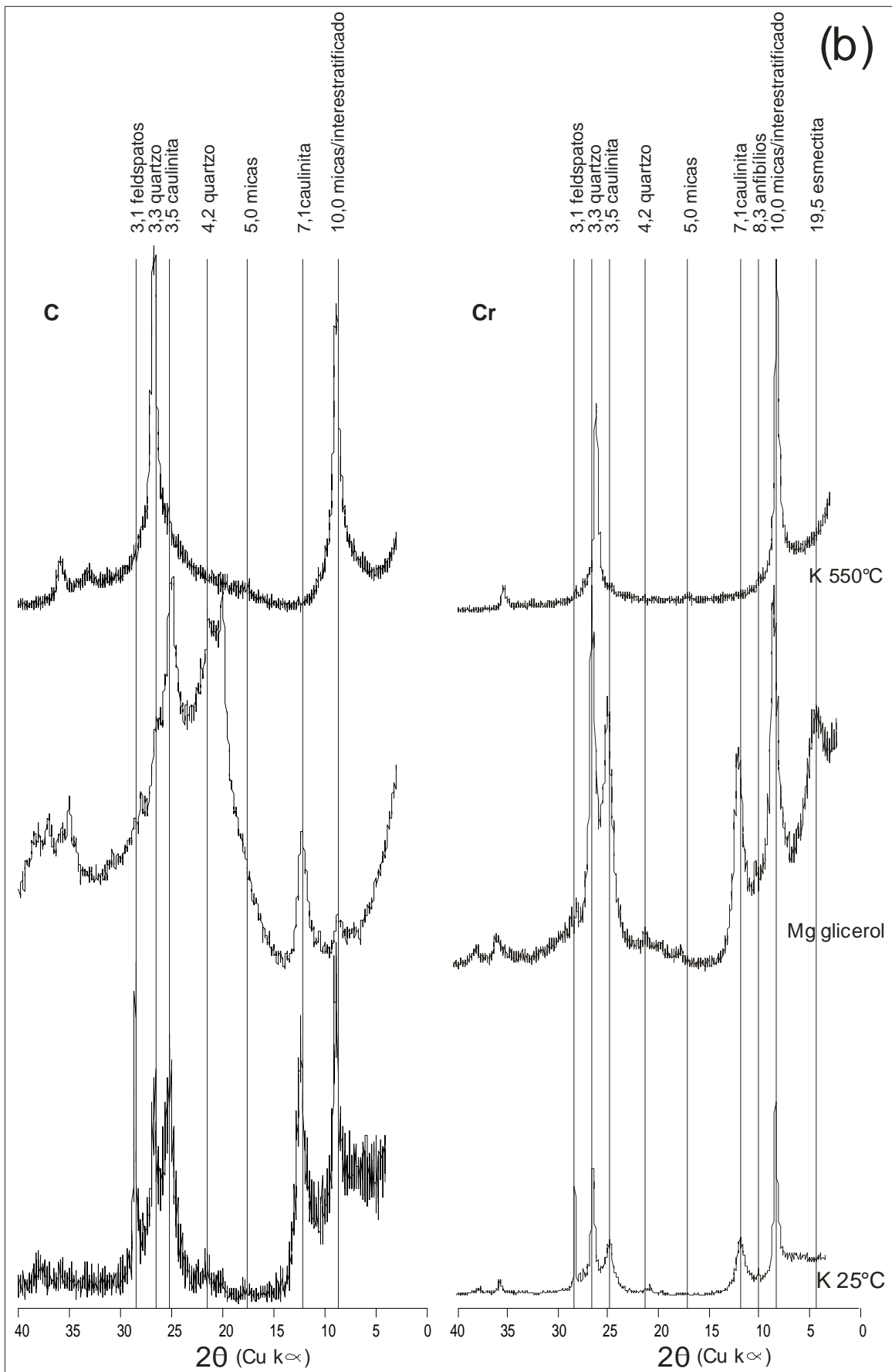


Figura 22 (b) - Difratomogramas de raios - X da fração argila do CHERNOSSOLO ARGILUVICO Ortico típico (Perfil 5): horizontes C e Cr.

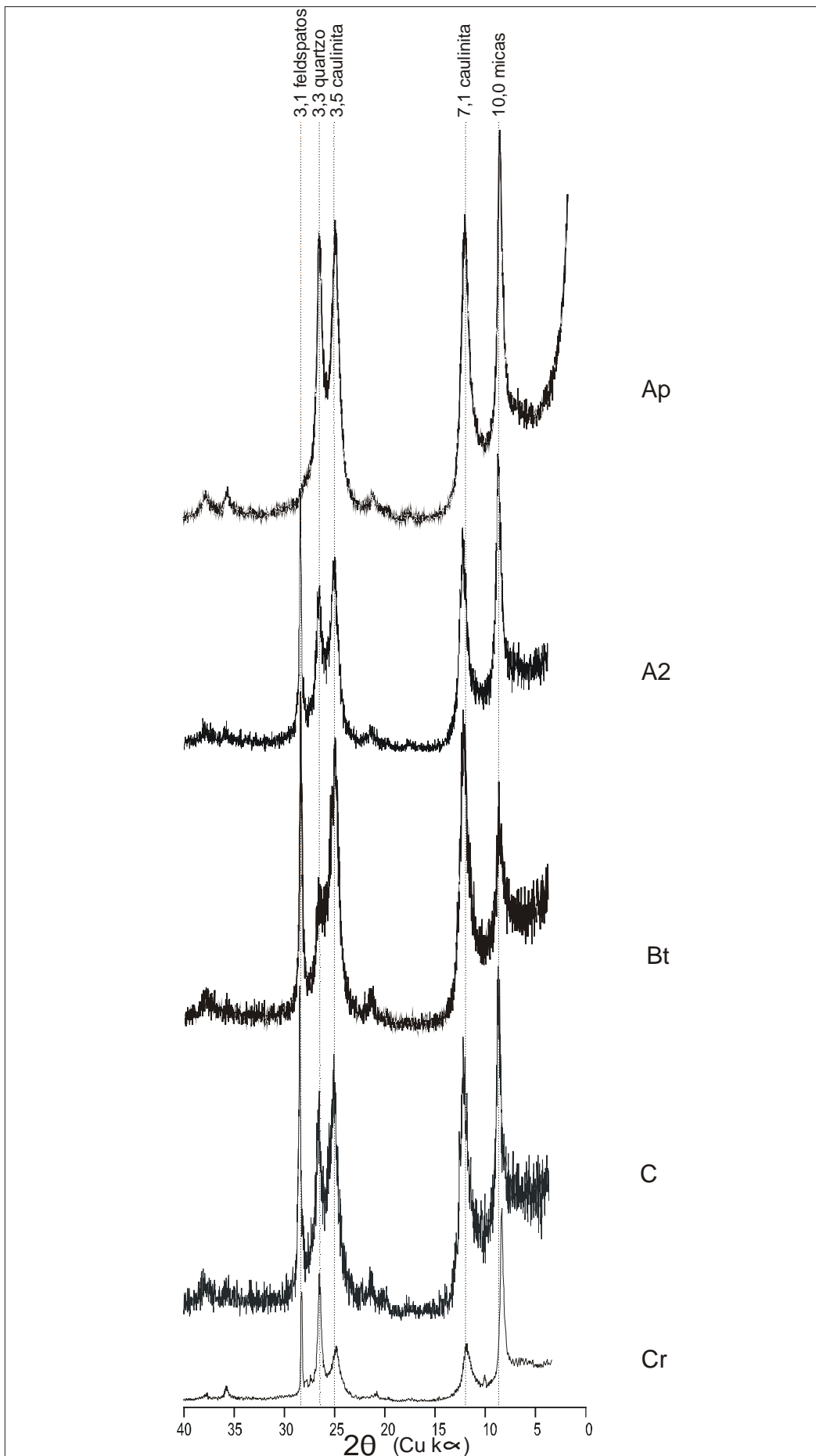


Figura 23 - Difratomogramas de raios - X da fração argila de todos os horizontes do CHERNOSSOLO ARGILUVICO Ortico típico (Perfil 5).

4.1.3. ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

O Perfil 16 (Anexo 3), descrito e coletado por Ribeiro e colaboradores (Ribeiro, 1999), fica localizado em terço superior de encosta com 8% de declividade em área de relevo ondulado, apresenta erosão laminar severa e em sulcos com voçorocas. Foi desenvolvido sob condições de transição do clima tropical úmido para o semi-árido. Este perfil é constituído pelos horizontes Ap, BA, Bt₁, Bt₂, BC, C e C/Cr.

Granulometricamente (Fig. 24 e Anexo 3), observa-se que a fração cascalho tende a aumentar em profundidade passando de 12% no horizonte Ap, para 39% no horizonte C/Cr, associada a proximidade com a rocha matriz. A elevada quantidade de areia grossa em relação a areia fina, silte e argila no horizonte Ap e BA é condizente com a observação de campo de erosão laminar severa e corrobora, juntamente, com o relativo aumento da fração argila nos horizontes subseqüentes, com gradiente textural dos mesmos.

Nos horizontes mais profundos C e C/Cr as porcentagens de areia grossa voltam a aumentar, possivelmente, associada à proximidade da rocha matriz e conseqüente diminuição do intemperismo.

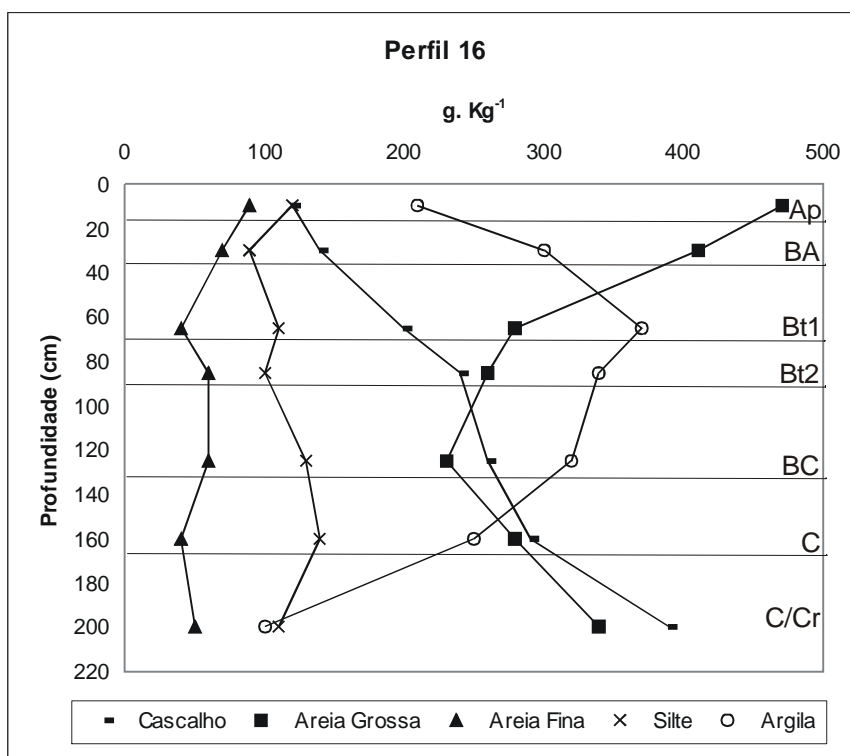


Figura 24 . Distribuição granulométrica do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

Fração Cascalho

A fração cascalho apresenta como principais constituintes mineralógicas quartzo e fragmentos de rocha, que ocorrem em proporções relativamente iguais ao longo do perfil, com exceção para os horizontes mais profundos C e C/Cr onde os fragmentos de rocha aumentam com a proximidade da rocha, chegando a 100% (Fig. 25 e Anexo 3).

O quartzo ocorre em grãos e agregados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro, o que lhe infere cor alaranjada. São angulosos a muito angulosos sugerindo pouco transporte e/ou intemperismo.

Os fragmentos de rocha são formados por fragmentos de quartzo \pm feldspatos \pm minerais opacos. Nestes são observados sinais de alteração, denotados pelo branqueamento e perda do brilho característico nos feldspatos e pela formação de crosta de oxidação e perda do brilho metálico nos minerais opacos.

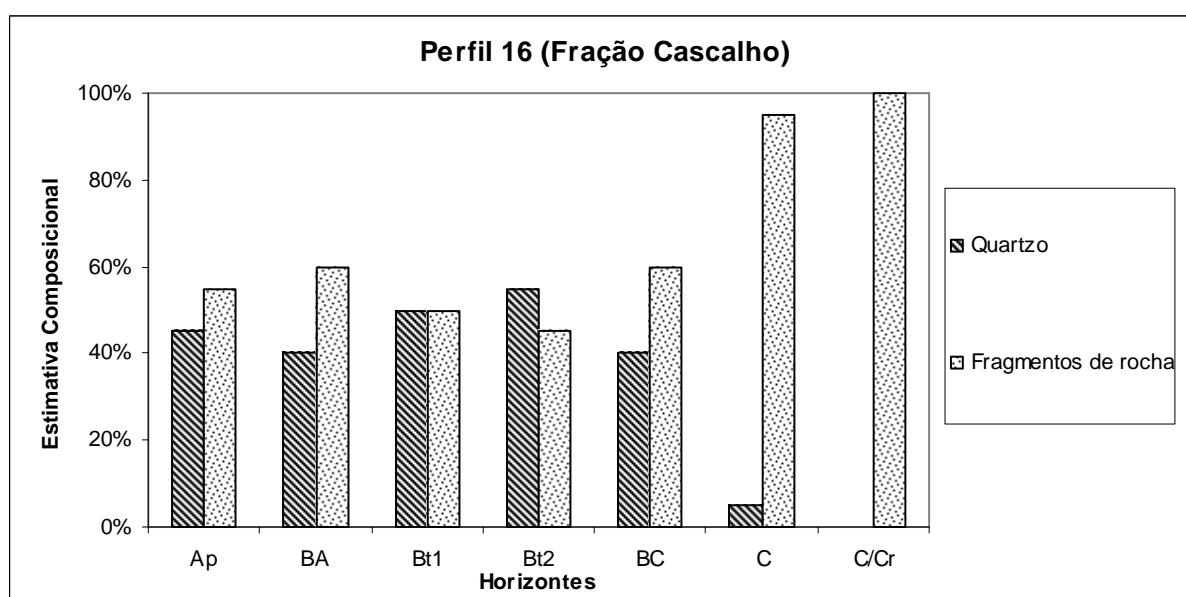


Figura 25 - Composição mineralógica da fração cascalho do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é constituída em todos os horizontes por quartzo, feldspatos, biotita, fragmentos de rocha e minerais opacos. São descritos ainda, em porcentagens inferiores a 1%, muscovita (nos horizontes Bt₂, C e C/Cr), anfibólios

(horizontes Ap e BA) e agregados/concreções argilosos a ferruginosos e manganosos (Fig. 26 e Anexo 3).

Os agregados/concreções ferruginosos são observados nos horizontes Ap, BA, Bt₁, Bt₂ e BC; os agregados argilo-ferruginosos são observados nos horizontes Bt₁, Bt₂ e BC; enquanto os agregados argilosos são observados somente nos horizontes mais profundos C e C/Cr. A distinção entre eles é feita com base na friabilidade e na cor: quanto maior o teor de óxido de ferro menos friável e mais avermelhados são os agregados. A distribuição dos agregados/concreções ferruginosos, argiloso-ferruginosos e argilosos evidencia que a frente de oxidação diminui em profundidade.

Agregados manganosos de cor preta e efervescente em H₂O₂ a 10% são descritos nos horizontes Bt₁ e Bt₂.

O quartzo é o mineral predominante nesta fração, variando de 80 a 90% nos horizontes A e B e diminuindo em profundidade, chegando a 40% nos horizontes C. Essa diminuição é compensada pelo aumento na porcentagem de feldspatos, que chega a 57% no horizonte C/Cr. Ocorre em geral em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Os fragmentos de rocha são agregados poliminerálicos que podem conter quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos.

Os feldspatos (cor esbranquiçada e brilho terroso), a biotita (cor marrom esverdeada) e os anfibólios (material de cor verde mais claro nos planos de clivagem) mostram sinais de alteração.

Fração Areia Fina

A mineralogia da fração areia fina é constituída por quartzo, feldspatos, minerais opacos, biotita e traços (<1%) de muscovita, anfibólios, epidotos, apatita, zircão e agregados/concreções argilosos a ferruginosos e manganosos (Fig. 27 e Anexo 3).

O quartzo, com características semelhantes as da fração areia grossa, é o mineral que ocorre em maior quantidade, variando de 80 a 95%.

A biotita, em vias de alteração, aumenta em profundidade passando de <1% no horizonte mais superficial Ap, para 12% no horizonte mais profundo C/Cr.

Os feldspatos, parcialmente alterados, tendem a diminuir em profundidade, variando de 16% no horizonte superficial Ap à 3% no horizonte C/Cr.

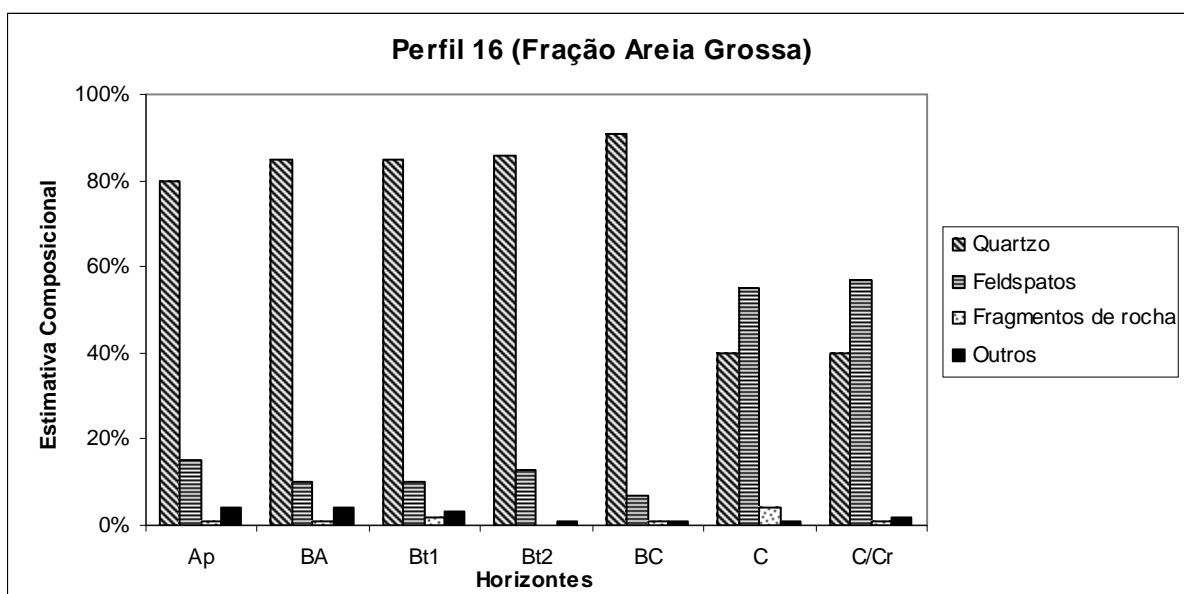


Figura 26 - Composição mineralógica da fração areia grossa do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

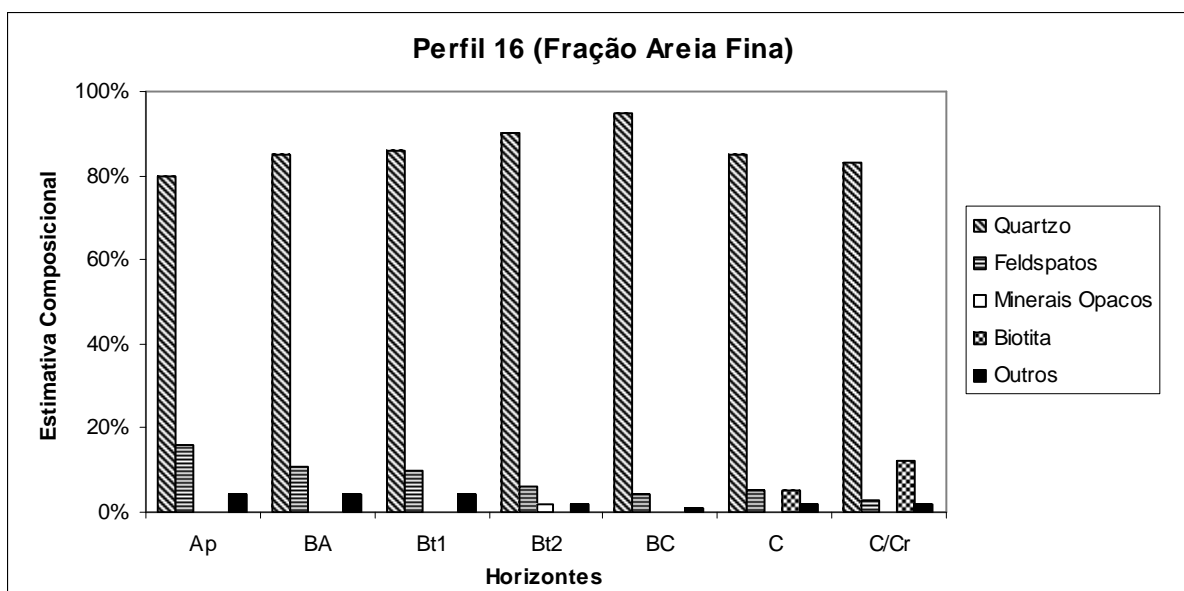


Figura 27 - Composição mineralógica da fração areia fina do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

Fração Silte

A fração silte é constituída por minerais dos grupos da mica, caulinita, feldspatos e quartzo, definidos em todos os horizontes (Fig. 28 a e b). Além desses minerais, são identificados, através dos picos de 8,3 e 2,7 Å, minerais do grupo dos anfibólios nos horizontes Ap, Bt₂ e C/Cr. A presença de anfibólios torna-se mais nítida no difratograma K 550°C, devido ao colapso do pico da caulinita.

Na Figura 29, onde são apresentados os difratogramas de K 25°C de todos os horizontes, observa-se um aumento na intensidade dos picos da caulinita e da mica dos horizontes superficiais em direção aos mais profundos sugerindo um relativo aumento desses minerais em profundidade. O aumento da caulinita se deve, provavelmente, a saussuritização dos feldspatos conforme observado na análise petrográfica do material de origem e o da mica em decorrência da proximidade do material de origem.

As diferentes posições dos picos dos feldspatos (3.1-3.2 A°; 3.7-3.9 A°; 6.1-6.4 A°) são indícios da presença de mais de um tipo de feldspato (Cerri, 1979).

Os picos agudos e simétricos dos feldspatos e do quartzo em todo o perfil e da mica e da caulinita nos horizontes mais profundos, sugerem boa cristalização destes minerais (Almeida *et al.*, 1997).

Fração Argila

Os difratogramas da fração argila (Fig. 30 a e b) mostram que esta é constituída por minerais do grupo da mica, caulinita, feldspatos e quartzo. O pico de 14.0 A° sugere a presença de clorita.

A Figura 31 mostra os difratogramas de K 25°C de todos os horizontes. Nesta observa-se que o pico da mica no horizonte mais profundo C/Cr mostra um padrão simétrico e agudo indicativo de boa cristalinidade, enquanto nos demais horizontes a ausência desse padrão evidencia pouca cristalinidade. Isto sugere que a mica é proveniente do material de origem e que por alteração sua estrutura cristalina é desestabilizada.

O pico da caulinita, através de sua intensidade e do padrão simétrico e agudo em todo o perfil, indica que esta, além de bem cristalizada, é o mineral mais abundante.

Diferente da fração silte, os picos dos feldspatos nas regiões entre 3,7-3,9 A° e 6,1-6,4 A° não ocorrem, apenas os que estão na região entre 3,1-3,2 A° são observados, sugerindo a alteração de alguns dos feldspatos.

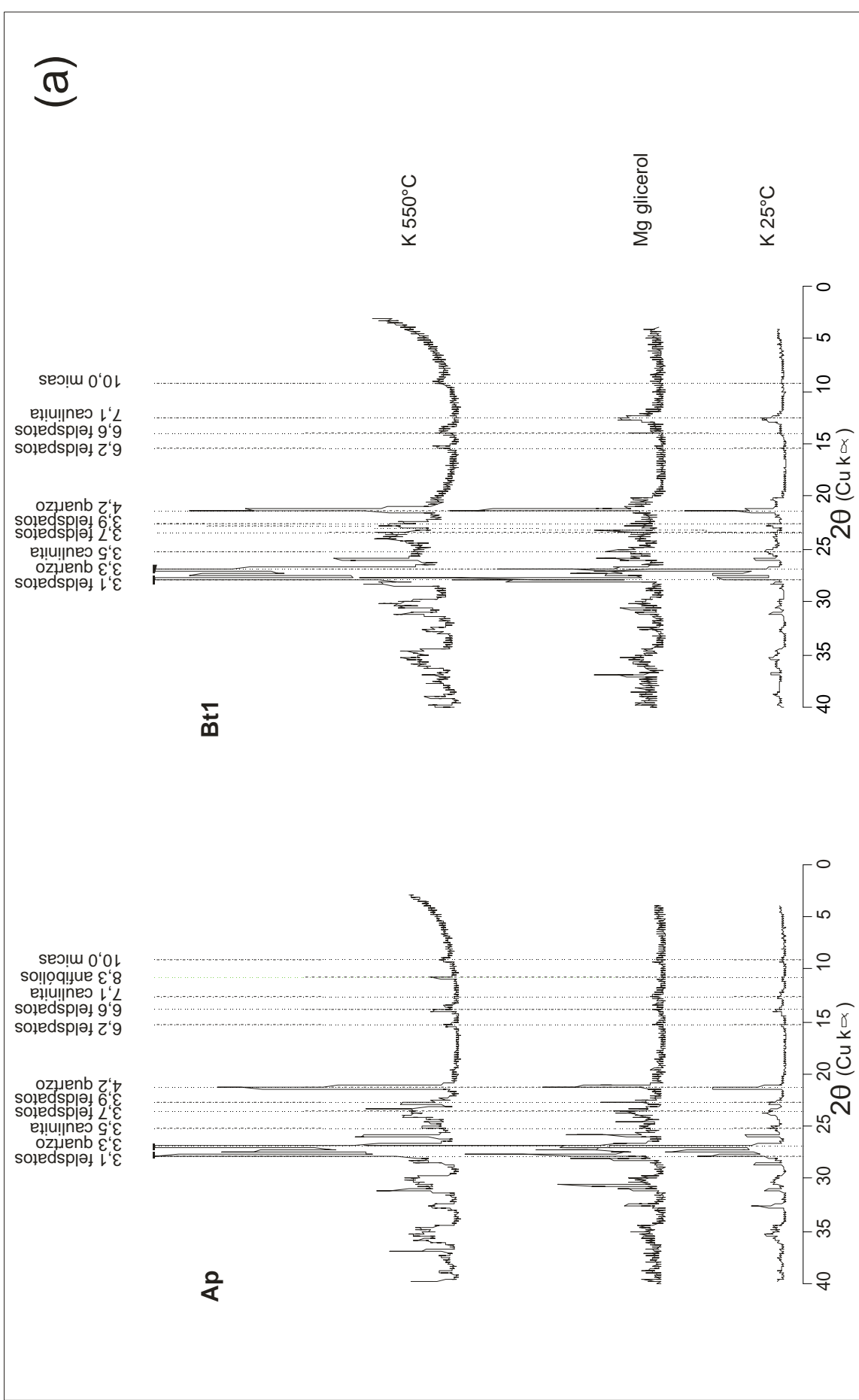


Figura 28 (a) Difratoogramas de raios-X da fração silte do REUSSO (C.A.M.F. 16): horizonte

s Ap e Bt1.

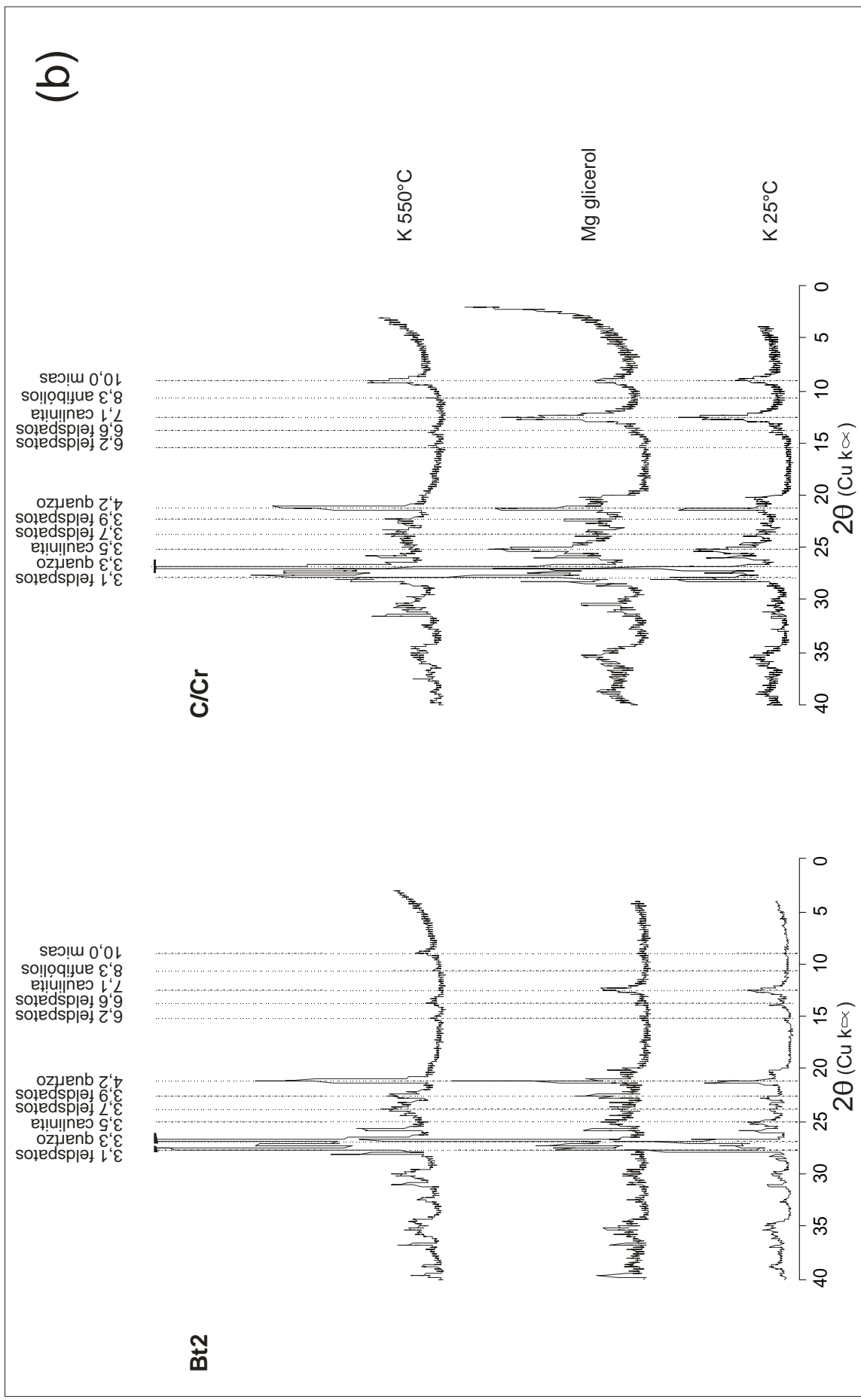


Figura 28 (b) Difratoogramas de raios-X da fração site da REISSOLDOPTERITE dos horizontes Bt2 e

Cr.

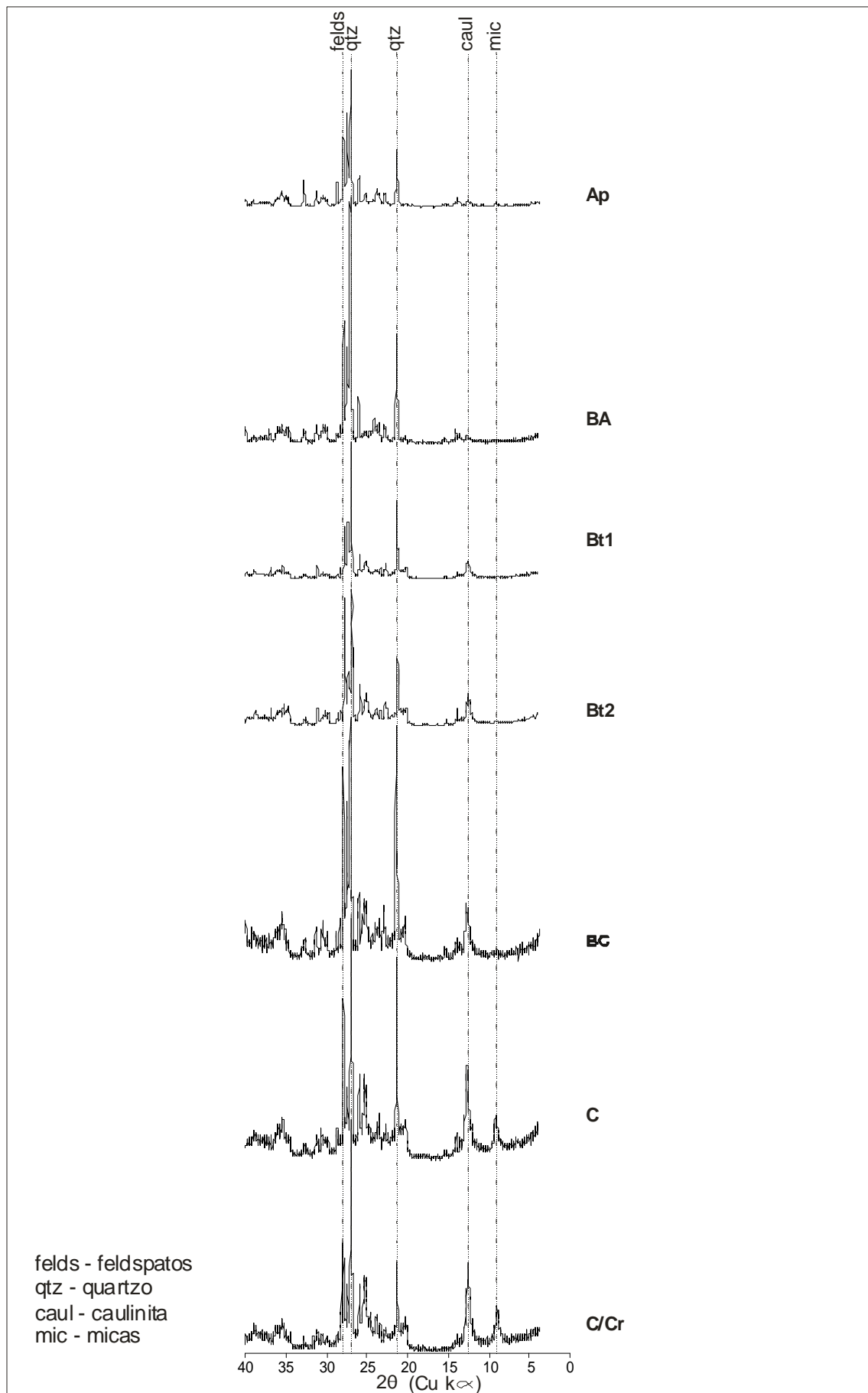


Figura 29 - Difratoigramas de raios-X de K 25°C da fração silte de todos os horizontes do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

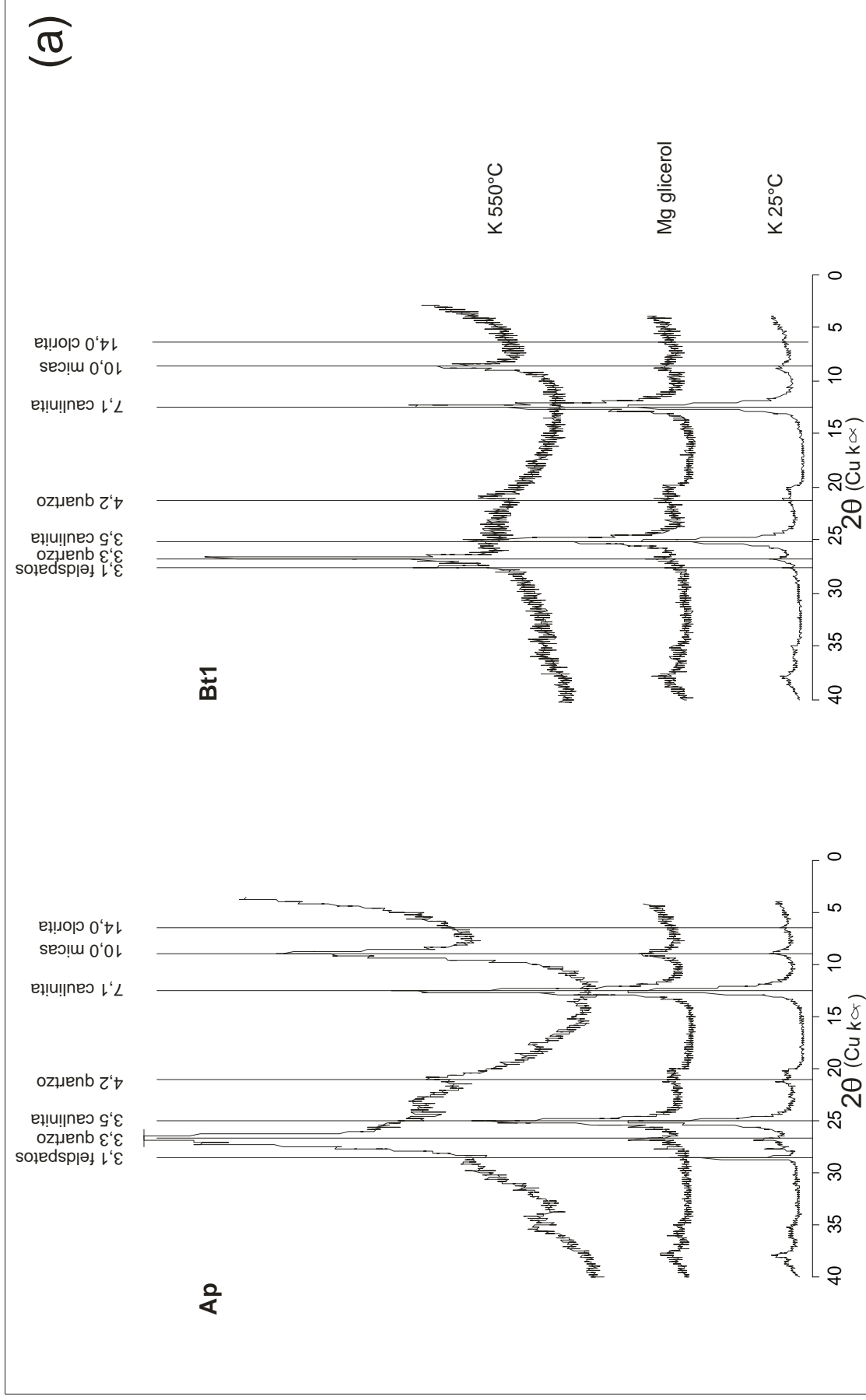


Figura 30 (a) Difractogramas de raios-X da fração argila da REJUSO (Cavaco et al., 2016) horizonte

s Ap e Bt1.

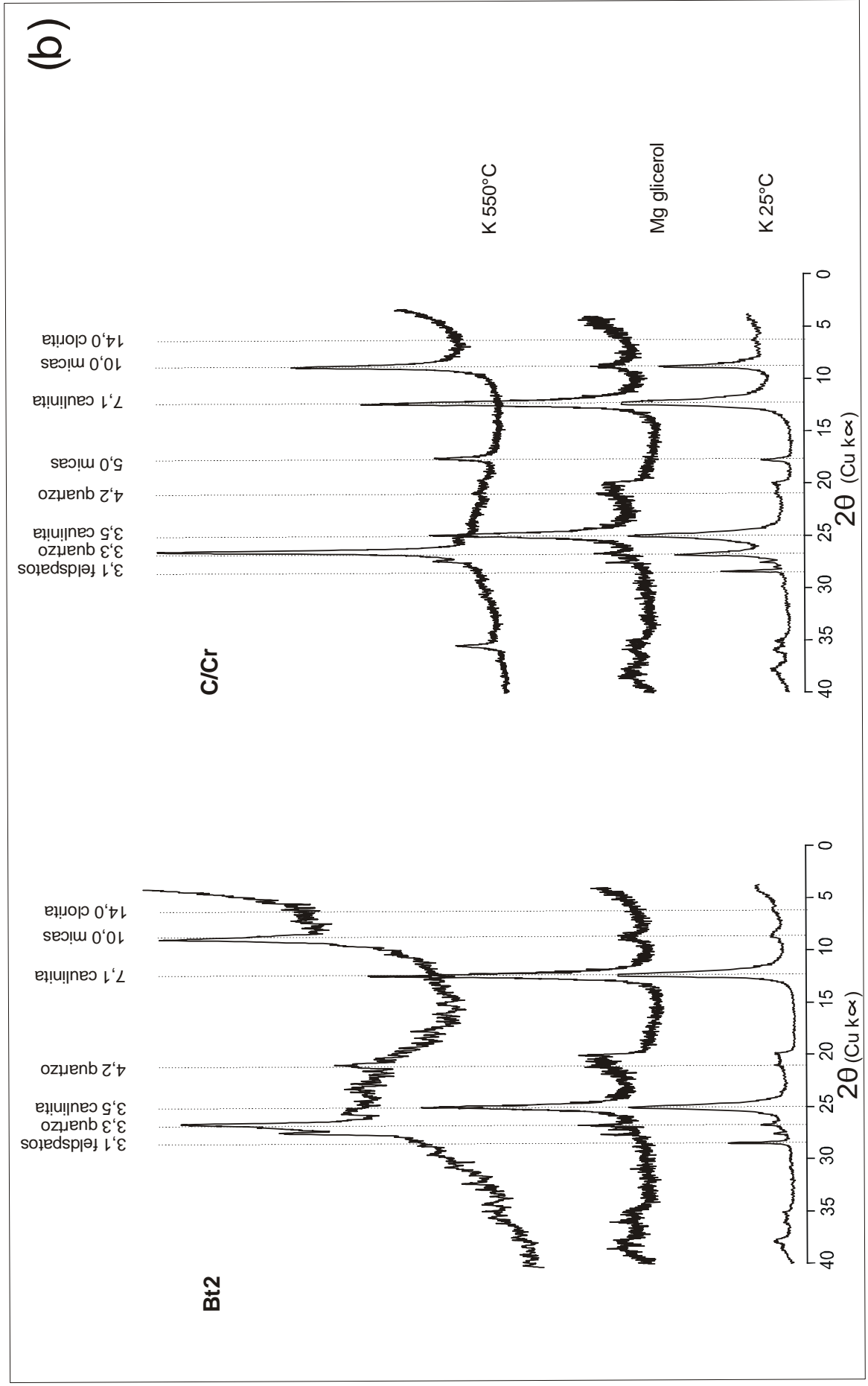


Figura 30 (b) Difractogramas de raios-X da fração argila do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico cambico (Perfil 16): horizontes Bt2 e Cr

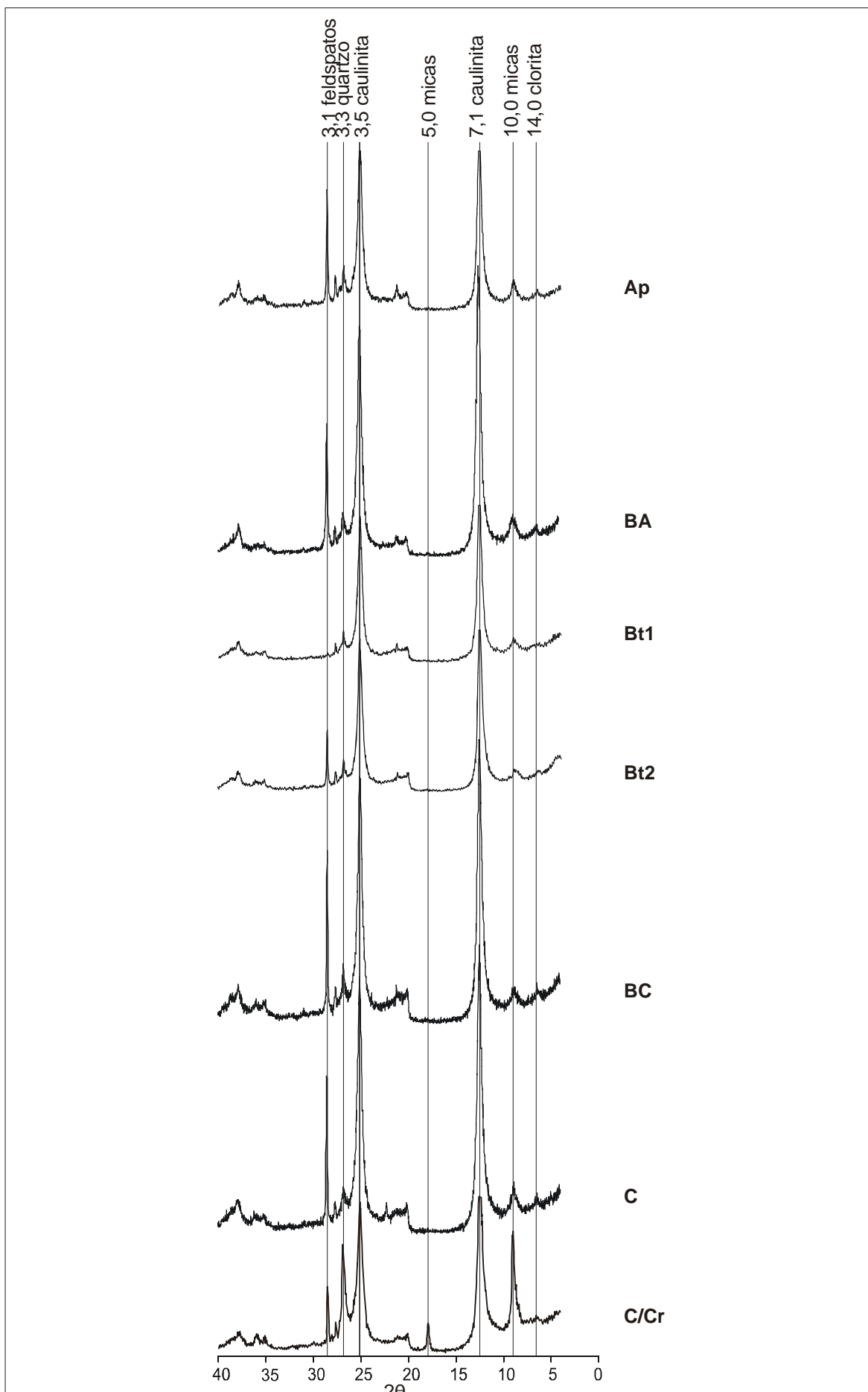


Figura 31 – Difratoformas de raios-X de K 25°C da fração argila de todos os horizontes do Perfil 16: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico

4.1.4. NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).

Este perfil, descrito e coletado por Ribeiro e colaboradores (Ribeiro, 1999), fica localizado em terço médio de elevação com 10% de declividade, em área de relevo ondulado. Apresenta erosão severa e em sulcos e desenvolve-se sob clima semi-árido, sendo constituído pelos horizontes A₁, A₂ e Cr (Anexo 4).

A análise granulométrica mostra que as frações presentes, areia grossa, areia fina, silte e argila, apresentam porcentagens, praticamente, constantes em todo o perfil (Fig. 32 e Anexo 4).

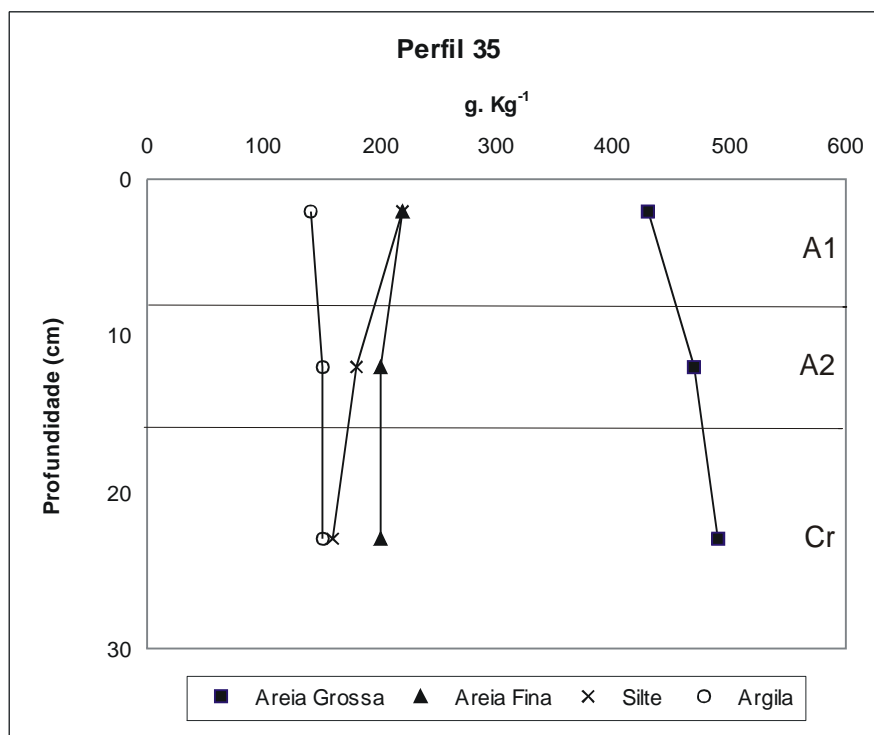


Figura 32 . Distribuição granulométrica do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico (Perfil 35).

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é constituída por quartzo, feldspatos, biotita, anfibólios, fragmentos de rocha, minerais opacos e agregados argilosos (Fig. 33 e Anexo 4).

O quartzo, mineral predominante no perfil, diminui em profundidade, variando de 70-88%, enquanto os demais minerais aumentam. Encontra-se, parcialmente, recoberto por crosta de alteração de óxido de ferro, apresentando cor alaranjada e, geralmente, é anguloso a muito anguloso.

A biotita (3-10%), os anfibólios (1-3%) e os feldspatos (4-10%) ocorrem, parcialmente, alterados, sem o brilho e a cor característicos.

Os fragmentos de rocha (2-3%) são constituídos por quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos.

Os minerais opacos (dentre eles a magnetita) e os agregados argilosos (grãos friáveis e de cor bege a marrom claro) ocorrem em porcentagens inferiores a 1%.

O aumento das porcentagens dos minerais alteráveis e de fragmentos de rocha em profundidade denota a proximidade com material de origem, de onde teriam sido herdados (Kittrick, 1977).

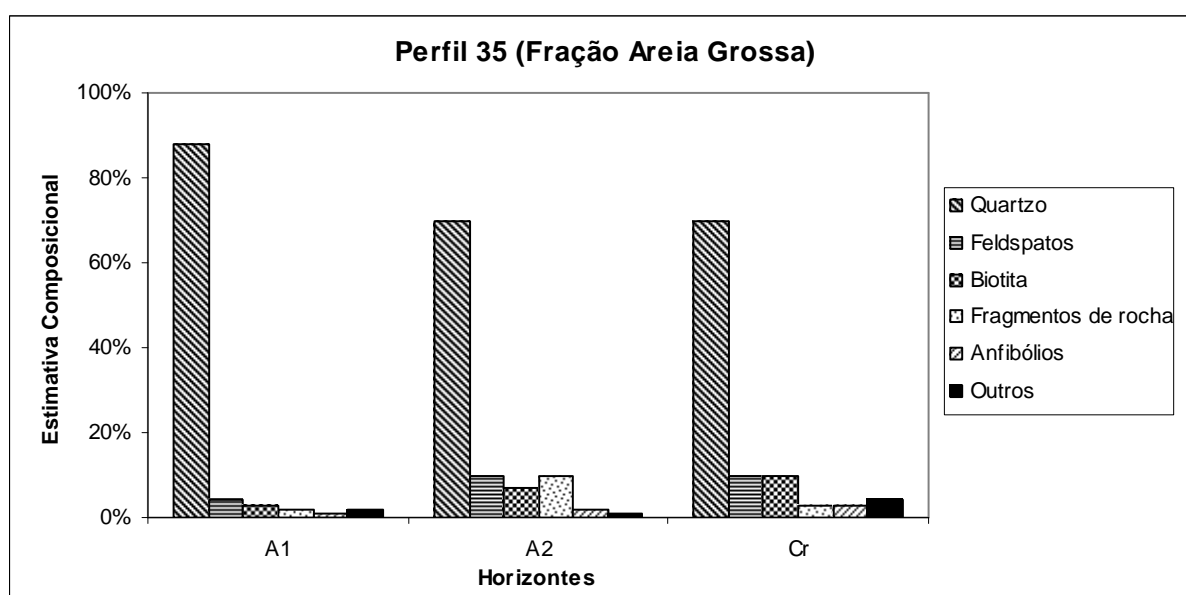


Figura 33 - Composição mineralógica da fração areia grossa do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico (Perfil 35).

Fração Areia Fina

A fração areia fina apresenta como constituintes minerais: quartzo, feldspatos, biotita, anfibólios, minerais opacos e agregados argilosos, todos com características semelhantes às descritas na fração areia grossa (Fig. 34 e Anexo 4)

As porcentagens de quartzo diminuem à medida que o perfil torna-se mais profundo, variando de 82% (horizonte A₁) à 70% (horizonte Cr), enquanto as porcentagens dos demais minerais observados aumentam.

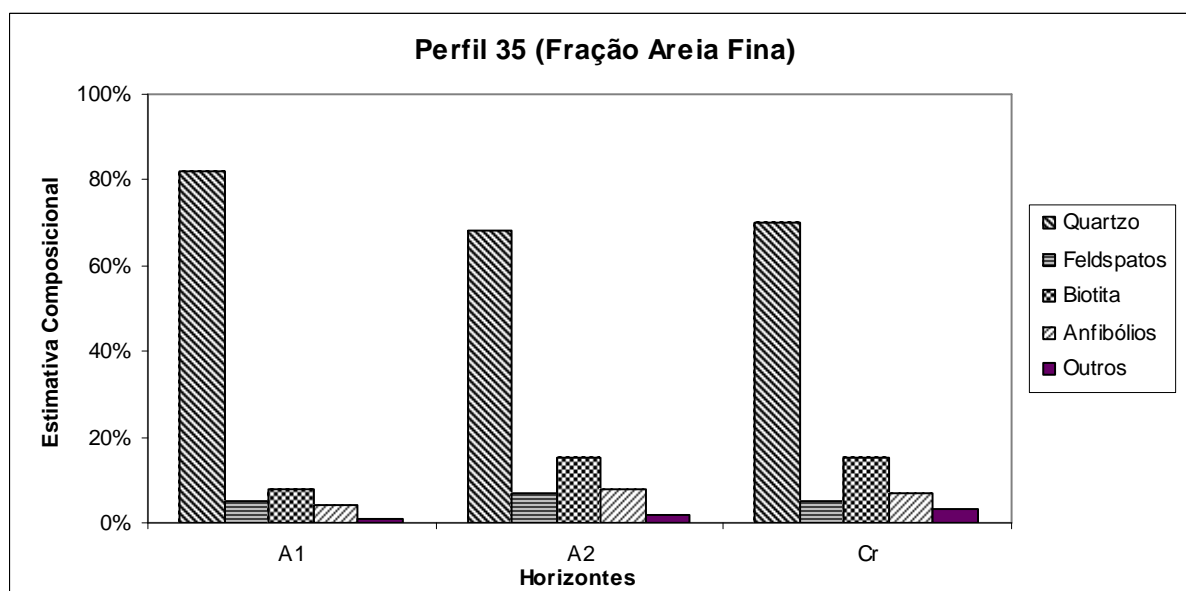


Figura 34 - Composição mineralógica da fração areia fina do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico (Perfil 35).

Resultados semelhantes foram encontrados por Jacomine *et al.* (1973) na descrição da composição mineralógica da fração areia dos Neossolos Litólicos do Agreste, que possui nos horizontes subsuperficiais, uma grande quantidade de minerais primários, facilmente, intemperizáveis, os quais constituem fonte de nutrientes para as plantas.

Fração Silte

Os difratogramas da fração silte (Fig. 35) evidenciam a presença de minerais do grupo das micas, anfibólios, feldspatos e quartzo em todos os horizontes.

Nos difratogramas dos horizontes A₂ e A₁ observa-se que os picos da mica são assimétricos e largos no tratamento com Mg glicerol, sugerindo má cristalização e/ou presença de interstratificados. Entretanto, nos difratogramas do horizonte Cr os picos da mica/ilita são agudos e simétricos mostrando melhor cristalinidade.

Os picos de quartzo, feldspatos e anfibólios mostram padrão agudo e simétrico em todos os horizontes evidenciando boa cristalinidade.

A grande intensidade dos picos de quartzo, seguida pela dos feldspatos sugerem que estes são os minerais mais abundantes nesta fração.

As diferentes posições dos picos dos feldspatos indicam a presença de mais de um tipo de feldspato (Cerri, 1979), conforme análise petrográfica do material de origem.

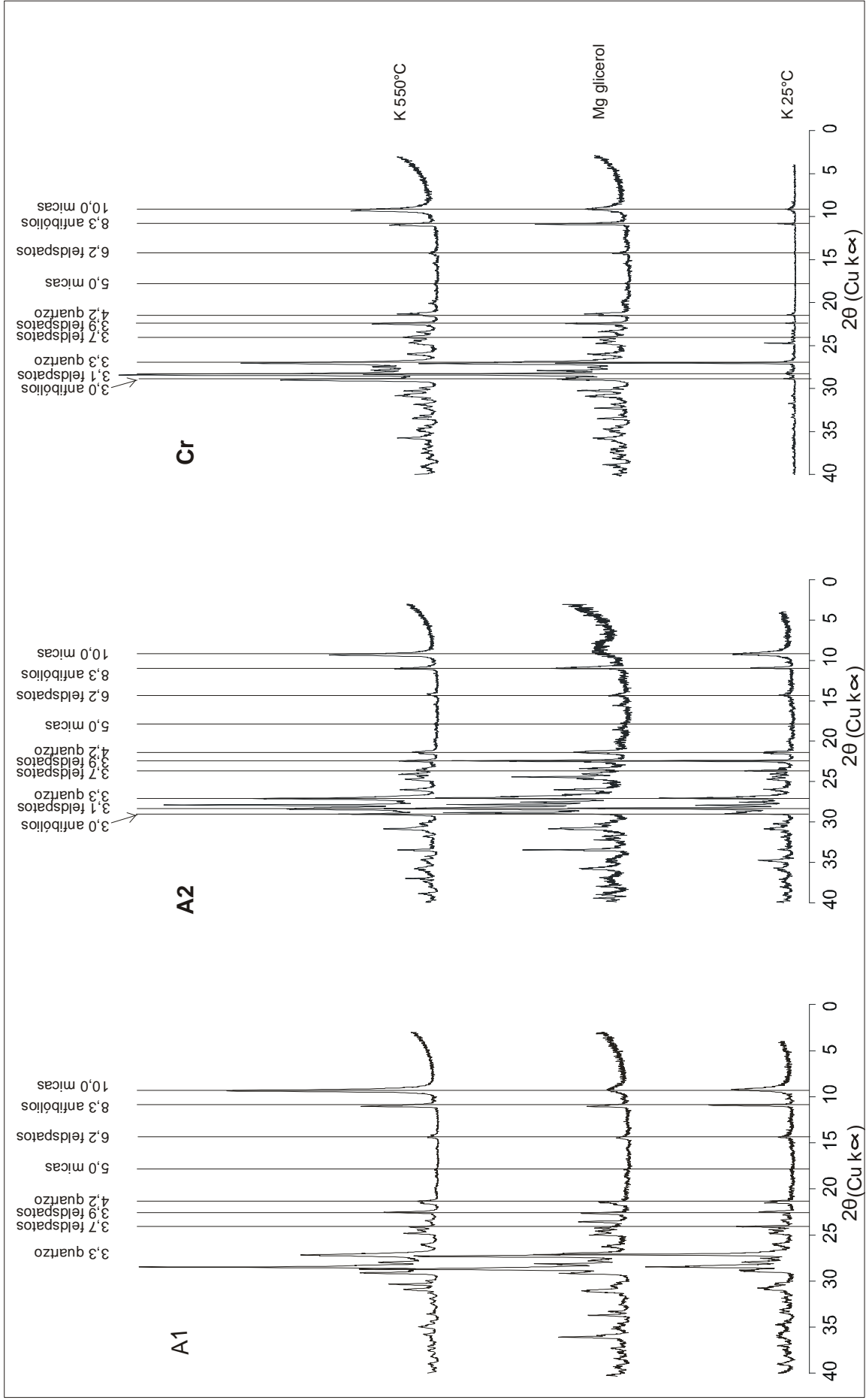


Figura 35 - Difratogramas de raios-X da fração silte do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).

Fração Argila

A constituição mineralógica da fração argila é definida pela presença de mica, interstratificados, caulinita, feldspatos, anfibólios e quartzo (Fig. 36)

Os picos da mica no tratamento K 25°C são simétricos e agudos, sugerindo boa cristalinidade. Entretanto, os difratogramas com Mg glicerol dos horizontes Cr e A₂ mostram picos da mica assimétricos e largos e, simultaneamente, aparece o pico de 22,0 Å, característico de minerais do grupo das esmectitas. Tais observações sugerem a presença de minerais interstratificados, possivelmente illita/esmectita.

A grande intensidade dos picos da mica, seguida pela do quartzo sugerem que estes são os minerais predominantes na fração.

O Argissolo Vermelho Eutrófico câmbico (Perfil 16) e o Neossolo Litólico Ta Eutrófico típico (Perfil 35), ambos localizados zona fisiográfica do Agreste, em situação topográfica e com materiais de origem com composições mineralógicas semelhantes, mostram diferenças marcantes que podem ser atribuídas a diferenças climáticas. O Perfil 16 está localizado em área de tipo climático de transição entre o Asq (clima tropical chuvoso com verão seco) e o BSsdq (clima muito quente, semi-árido), segundo a classificação de Koppen (Anexo 3), ao passo que o Perfil 35 está situado em uma região onde predomina o tipo climático de Koppen BSsdq (Anexo 4). O clima mais úmido proporciona maior intensidade do intemperismo e dos processos pedogenéticos e desenvolvimento do Perfil 16.

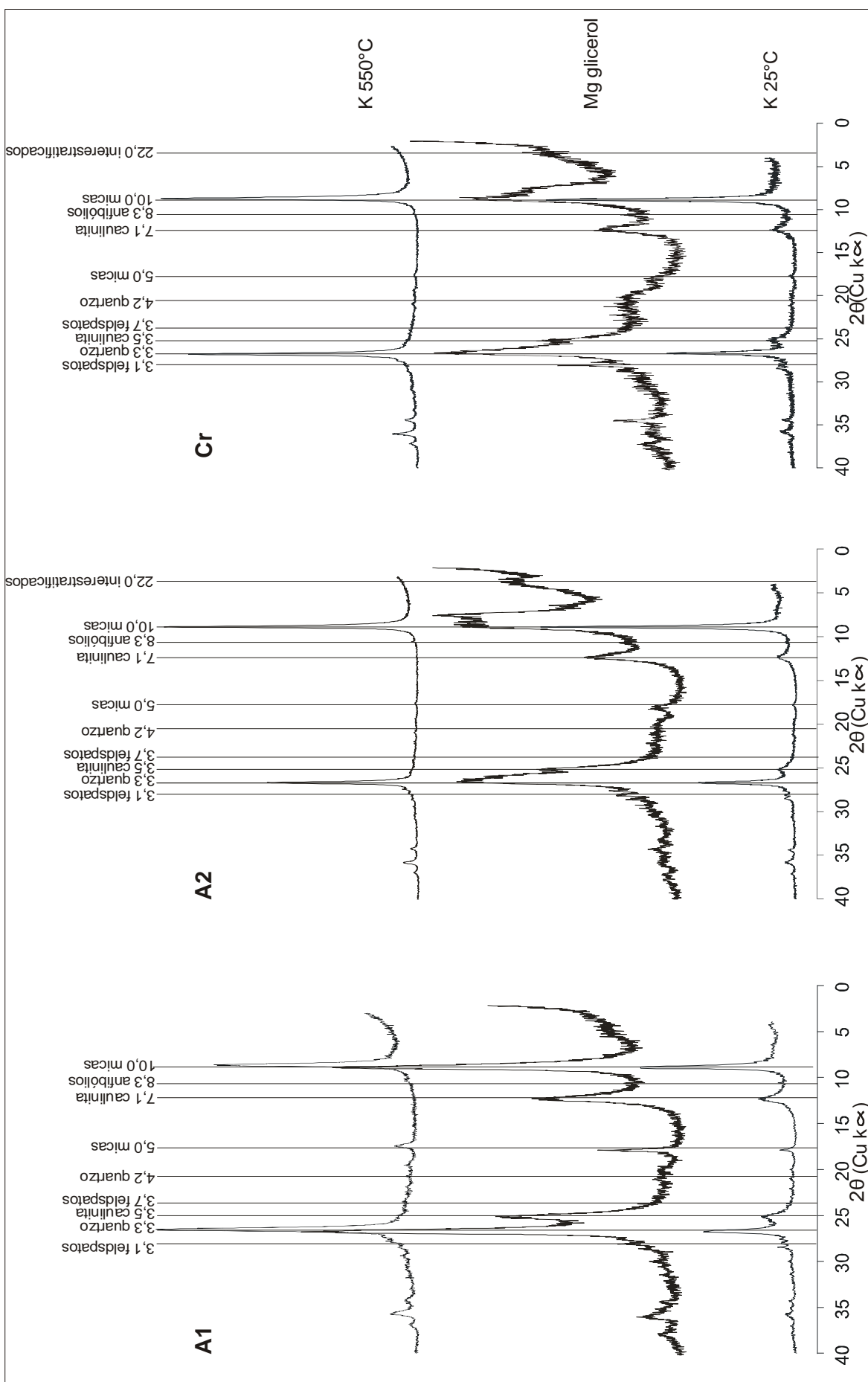


Figura 36 - Difractogramas de raios-X da fração argila do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).

4.1.5. LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

Este perfil (Anexo 5), localizado em terço médio de encosta de elevação suave com 4% de declividade, em área de relevo suave ondulado, com erosão laminar moderada e em sulcos ocasionais, sob clima semi-árido, foi descrito e coletado por Ribeiro e colaboradores (Ribeiro, 1999), apresentando os horizontes A, 2Bt, 2BC e 2Cr.

A fração calhaus e cascalho ocorrem apenas no horizonte mais superficial A, constituindo, respectivamente, 20 e 24% da amostra. As frações areia grossa e fina aumentam em profundidade, enquanto que fração silte apresenta variações ao longo do perfil. A fração argila mostra um aumento considerável no horizonte B, caracterizando o B textural (Fig. 37 e Anexo 5).

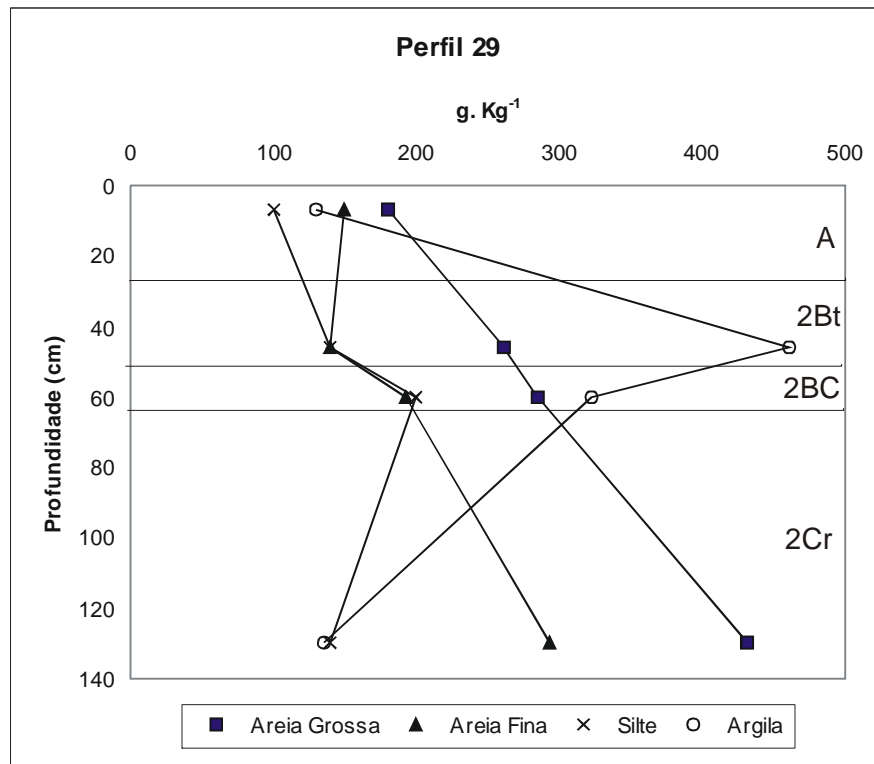


Figura 37 . Distribuição granulométrica da TFSA do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

Fração Calhaus

A fração calhaus ocorre apenas no horizonte A, sendo composta por: quartzo (90%), fragmentos de rochas (8%) e agregados/concreções argilosos, ferruginosos e manganosos, que ocorrem em porcentagens inferiores a 1% (Anexo 5).

O quartzo ocorre em grãos e agregados policristalinos sub-angulosos à sub-arredondados, parcialmente, recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro, sugerindo transporte desse material (Zarauza *et al.*, 1977; Suguio, 2003). São observados também alguns grãos de quartzo com lineação de estiramento, forma tabular e com inclusões orientadas de minerais opacos sugerindo origem metamórfica.

Os fragmentos de rocha são constituídos por quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos.

Os agregados manganosos formam grãos irregulares de cor preta, pouco friáveis e reativos ao H₂O₂ a 10%, enquanto os agregados argilosos possuem cor bege e são friáveis.

Fração Cascalho

A fração cascalho só ocorre no horizonte A, sendo composta por: quartzo (80%), fragmentos de rochas (8%), agregados manganosos (7%), agregados argilosos (4%), além de muscovita, minerais opacos (dentre eles a magnetita), agregados/concreções ferruginosos (limonita/goethita), que ocorrem em porcentagens inferiores a 1% (Anexo 5).

O quartzo ocorre com características semelhantes às descritas na fração calhaus.

Os fragmentos de rocha são constituídos por quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos.

Os agregados manganosos formam grãos irregulares de cor preta, pouco friáveis e reativos ao H₂O₂ a 10%, enquanto os agregados argilosos possuem cor bege e são friáveis.

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é constituída por quartzo, fragmentos de rochas, feldspatos, muscovita, biotita, minerais opacos (magnetita, hematita/ilmenita e pirita

limonitizada), anfibólios, granada, sillimanita, cianita, clorita e agregados/concreções argilosos, ferruginosos e manganosos (Fig. 38 e Anexo 5).

O quartzo é o mineral que ocorre em maior quantidade no perfil, mostrando decréscimo nas porcentagens à medida que os horizontes tornam-se mais profundos (varia de 93% no horizonte A a 55% no horizonte 2Cr). Simultaneamente, observa-se que as porcentagens de muscovita (<1-17%), feldspatos (2-10%) e dos fragmentos de rochas (3-27%) aumentam, evidenciando a proximidade com a rocha matriz (Kittrick, 1977). Os demais minerais descritos ocorrem em porcentagens inferiores à 1% (traços).

Os grãos de quartzo são, em geral, brancos a hialinos e angulosos à muito angulosos, denotando pouco transporte.

São observados dois tipos de fragmentos de rocha, um constituído por quartzo ± muscovita ± biotita ± feldspatos ± minerais opacos e outro com quartzo ± feldspatos ± anfibólios ± mineral opacos. Este último tipo não é observado no horizonte mais profundo apesar deste constituinte ocorrer em porcentagem maior. Isto sugere mais de uma fonte como material de origem.

Os grãos de feldspatos e de biotita mostram sinais que evidenciam intemperização. Os feldspatos apresentam cor esbranquiçada e brilho terroso e a biotita mostra cor marrom esverdeada.

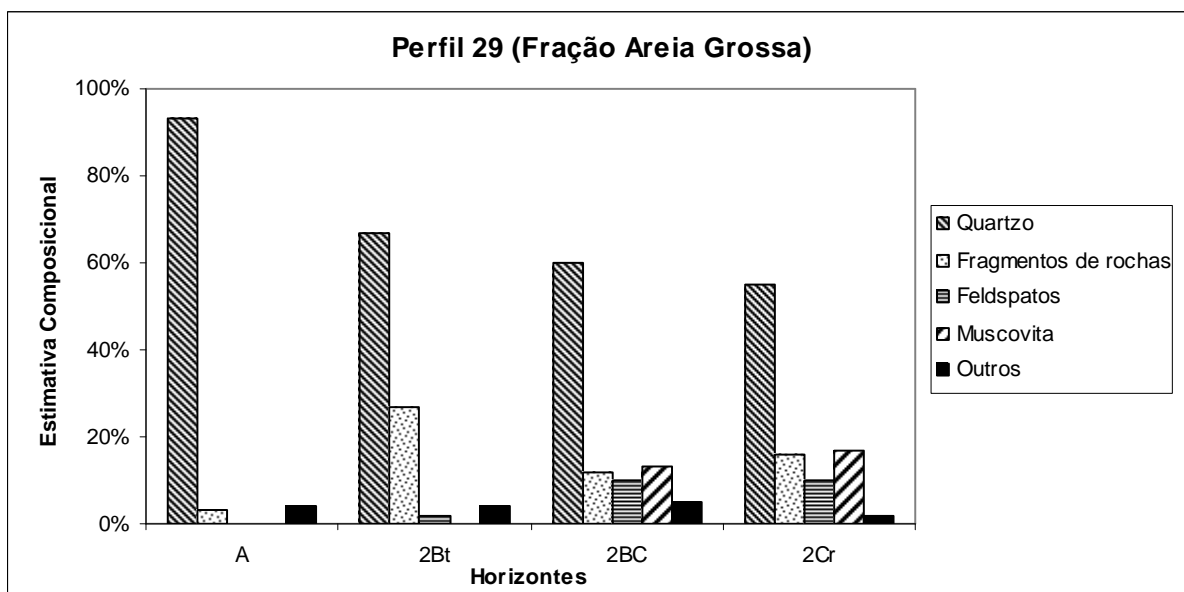


Figura 38 - Composição mineralógica da fração areia grossa do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

Fração Areia Fina

A fração areia fina apresenta como constituintes: quartzo, feldspatos, muscovita, biotita, minerais opacos, anfibólios, granada, sillimanita, cianita, clorita e agregados/concreções argilosos, ferruginosos e manganosos, epidotos e zircão (Fig. 39 e Anexo 5).

O quartzo é o mineral que ocorre em maior quantidade, variando de 97 a 48%, mostrando decréscimo à medida que o solo torna-se mais profundo. Ao mesmo tempo há um aumento nas porcentagens de muscovita (<1 a 40%) e feldspatos (<1-10%). Os demais minerais descritos ocorrem em porcentagens inferiores a 1%.

As características dos minerais observados são semelhantes às descritas na fração areia grossa.

Jacomine *et al.* (1973) descreve mineralogia semelhante nas frações cascalho e areia de Luvisolos situados na Zona do Fisiográfica do Sertão e sugere que esta constitua numa boa reserva de minerais de fácil intemperização capazes de liberar elementos nutrientes para as plantas.

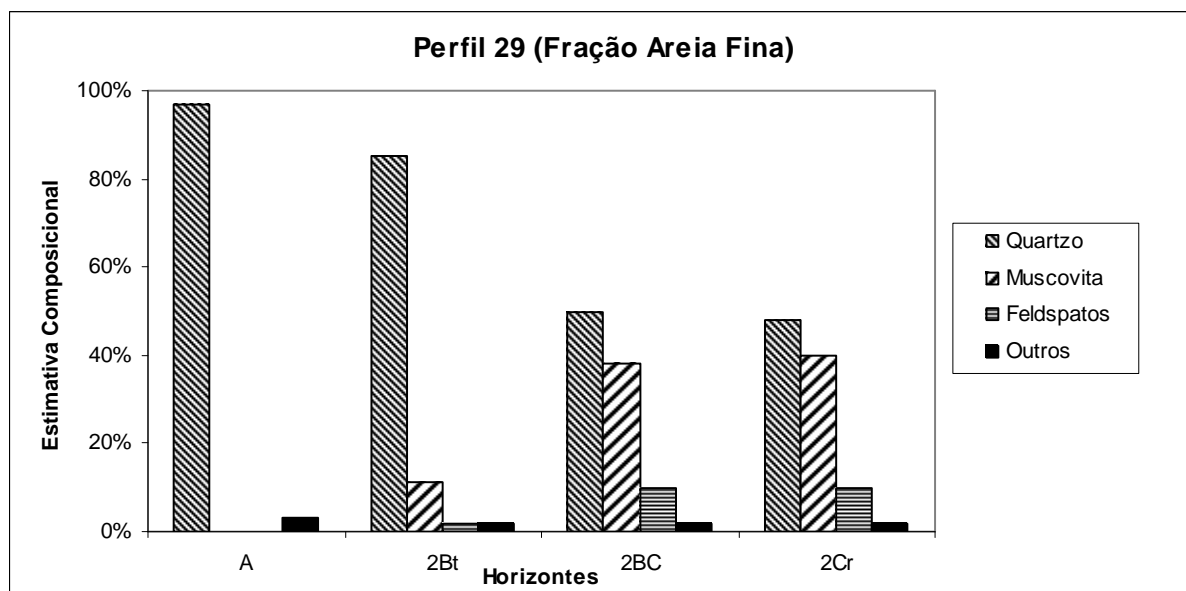


Figura 39 - Composição mineralógica da fração areia fina do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

Fração Silte

A fração silte é constituída mineralogicamente por mica, caulinita, quartzo e feldspatos em todos os horizontes (Fig. 40).

Os picos da mica nos horizontes 2Bt e 2Cr são assimétricos e largos no difratograma de K 25°C. Nos difratogramas de Mg glicerol observa-se o aparecimento do pico de 14,0 A°, que se desloca para o 11,5 A° nos difratogramas de K 550°C, sugerindo a presença de interestratificado, provavelmente, clorita/esmectita (Eslinger & Pevear, 1988).

A pequena intensidade dos picos da caulinita e da mica, especialmente, no horizonte A, sugere pequenas quantidades destes minerais nesta fração.

Os reflexos agudos e simétricos do quartzo sugerem que o mesmo esteja bem cristalizado (Almeida *et al.*, 1997) e com base na intensidade dos seus picos, que este seja o mineral de maior ocorrência na fração.

Observa-se, através da intensidade dos picos dos feldspatos que estes tendem a aumentar em profundidade.

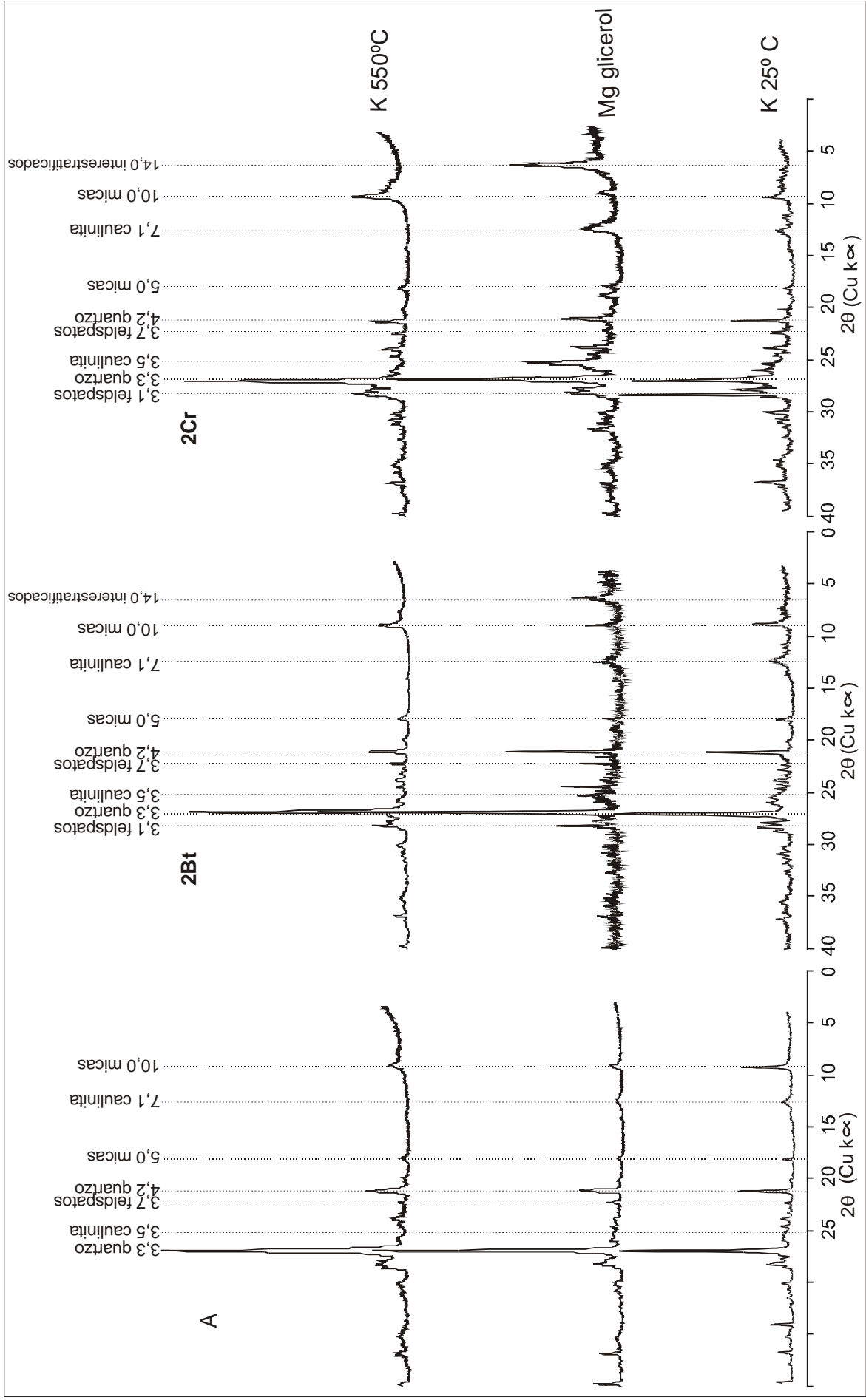


Figura 40 - Difractogramas de raios-X da fração silte do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

Fração Argila

A interpretação dos difratogramas da fração argila indica a presença mica, caulinita, quartzo e feldspatos e interestratificados (Fig. 41).

A presença de interestratificados é notada no horizonte 2Cr, através do pico de 12,5 A° no difratograma K 25°C, que se expande em dois picos (13,5 e 17,6 A°) quando a amostra é tratada com Mg glicerol, formando banda de difração e que se desloca para a região de 10,0 A° no difratograma com K 550°C. Este comportamento, segundo Eslinger & Pevear (1988) sugere a presença de interestratificados illita/esmectita. Em direção ao topo, este padrão desaparece sugerindo maior alteração intempérica e/ou mais de uma fonte como material de origem, conforme observado pela presença de mais de um tipo de fragmentos de rochas descritos na fração areia grossa.

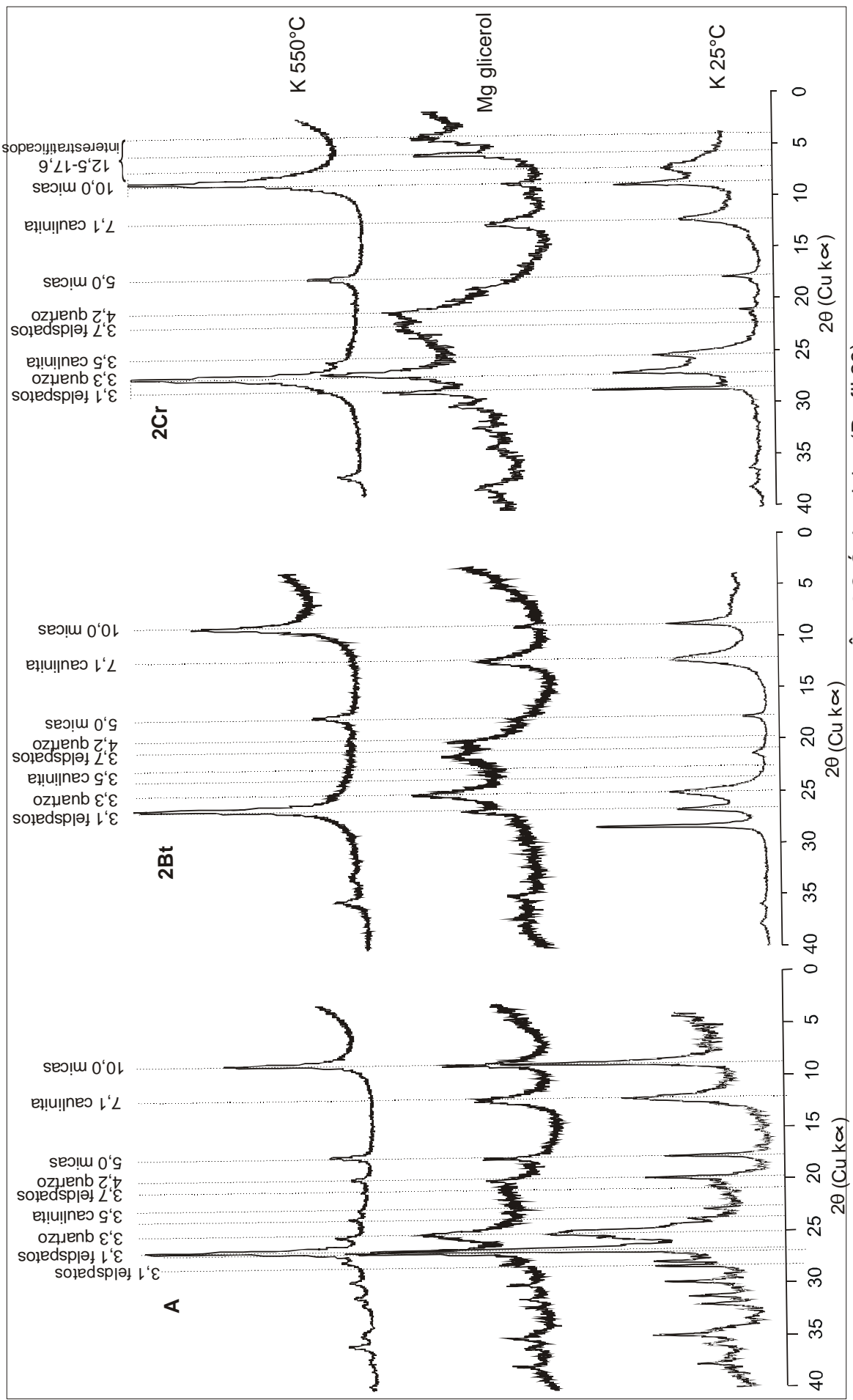


Figura 41 - Difratoogramas de raios-X da fração argila do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

4.1.6. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

O NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34) foi descrito e coletado por Ribeiro e colaboradores (Ribeiro, 1999), sendo constituído pelos horizontes A₁, AC e Cr. Fica localizado em terço médio de encosta com 12% de declividade, em área de relevo suave ondulado, apresenta erosão laminar moderada e se desenvolve sob condições de clima semi-árido (Anexo 6).

A análise granulométrica mostra pouca variação, destacando-se um relativo aumento na quantidade das frações calhaus, cascalho e, em menor proporção, da fração areia fina no horizonte AC e da fração silte da base para o topo do perfil (Fig. 42 e Anexo 6).

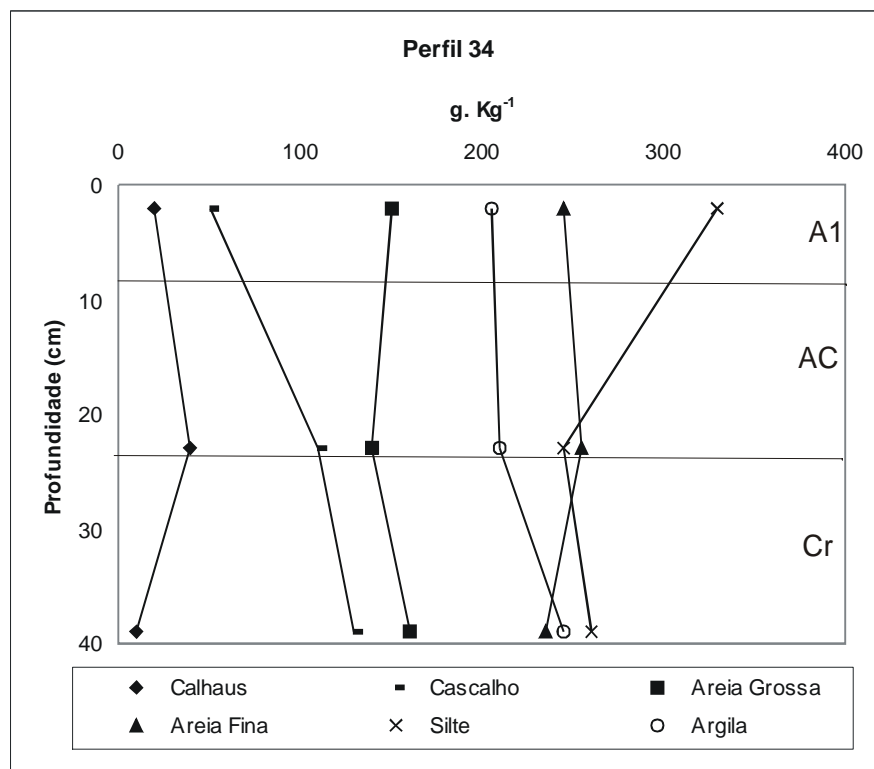


Figura 42 . Distribuição granulométrica do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

Fração Calhaus

Esta fração é constituída por quartzo e fragmentos de rocha (Fig. 43 e Anexo 6).

As porcentagens de quartzo diminuem em profundidade, passando de 100% para 10%. O quartzo ocorre como agregados policristalinos, subangulosos a subarredondados, parcialmente, recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro, o que lhe infere cor alaranjada. Também são descritos grãos tabulares com lineação de estiramento, indicando origem metamórfica.

Os fragmentos de rocha, constituídos por quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos, mostram sinais de alteração.

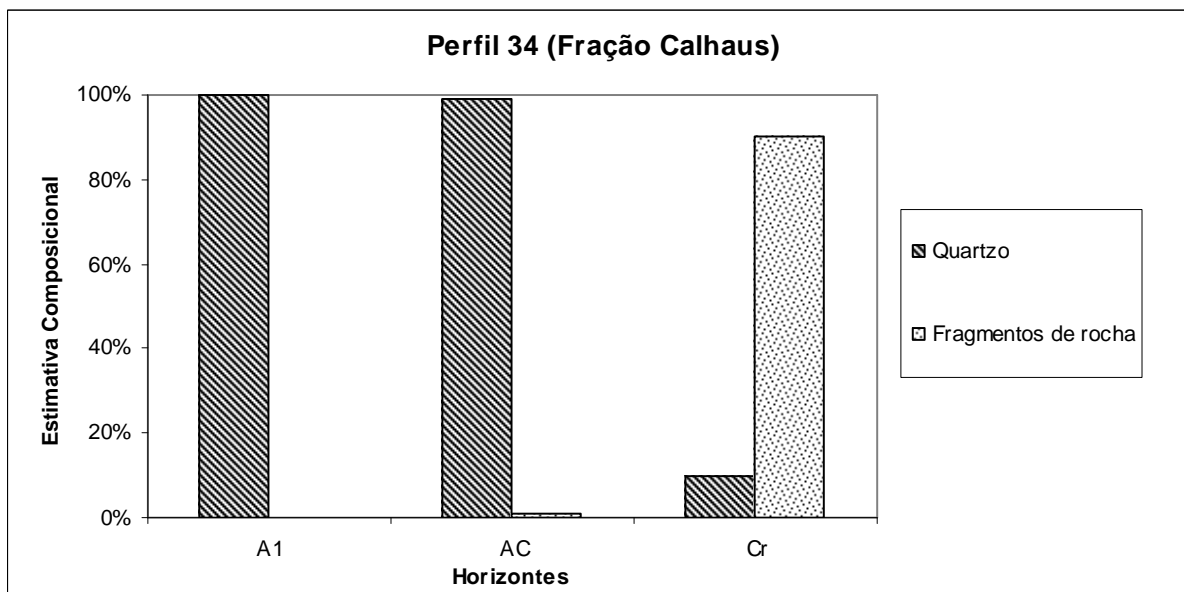


Figura 43 - Composição mineralógica da fração calhaus do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

Fração Cascalho

A constituição mineralógica da fração cascalho é composta, essencialmente, por fragmentos de rochas e quartzo, apresentando ainda agregados argilo-ferruginosos (Fig. 44 e Anexo 6).

Fragmentos de rochas e quartzo, com características semelhantes às da fração calhaus, ocorrem em porcentagens que variam, respectivamente, do topo para a base do perfil de 95-99% e 5-1%.

Os agregados argilo-ferruginosos, de cor marrom avermelhada, são relativamente friáveis e ocorrem em porcentagens <1%.

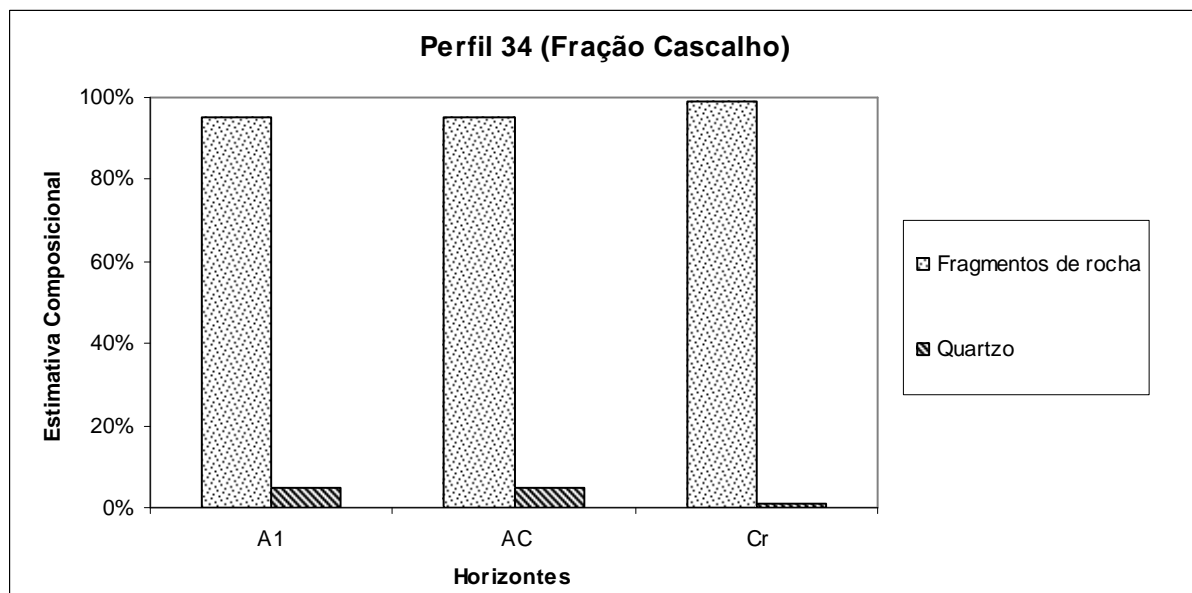


Figura 44 - Composição mineralógica da fração cascalho do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é constituída, essencialmente, por fragmentos de rochas, quartzo, muscovita, biotita, clorita, feldspatos, minerais opacos (dentre eles a magnetita), granada e agregado argilos ferruginosos (Fig. 45 e Anexo 6).

Os fragmentos de rocha são agregados de quartzo \pm muscovita \pm biotita \pm clorita \pm minerais opacos e constituem de 85 a 90% da amostra.

O quartzo ocorre como grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos a muito angulosos, de cor alaranjada. São observados ainda, grãos tabulares e grãos de cor cinza, indicando origem metamórfica. Também são descritos em todo o perfil, raros grãos de quartzo arredondados a muito arredondados, sugerindo transporte desse material.

Os agregados argilo-ferruginosos, de cor marrom avermelhada, são arredondados e friáveis.

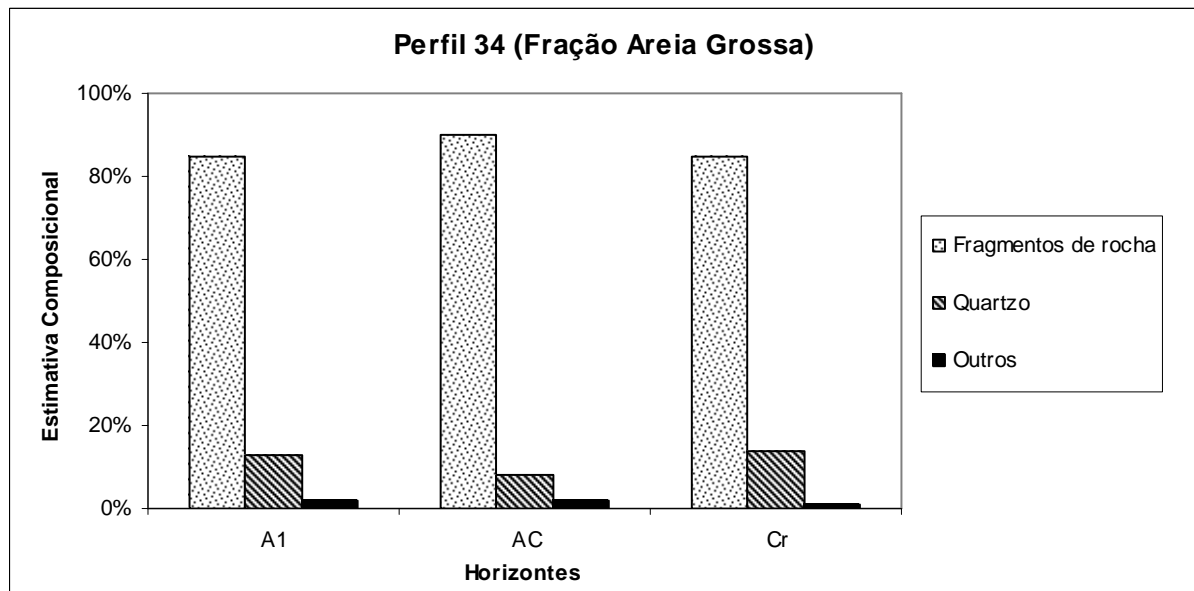


Figura 45 - Composição mineralógica da fração areia grossa do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

Fração Areia Fina

A mineralogia a fração areia fina é formada basicamente, por quartzo, muscovita, biotita, clorita, feldspatos, minerais opacos, granada e agregados argilo-ferruginosos (Fig. 46 e Anexo 6).

Quartzo, com características semelhantes às da areia grossa, é o mineral que ocorre em maior quantidade, com porcentagens em torno de 95%.

As micas e a clorita ocorrem em porcentagens que variam de 1-3%, mostrando aumento em profundidade. Os outros minerais descritos ocorrem em porcentagem inferior a 1%.

Mineralogia semelhante é descrita por Jacomine *et al.* (1973) na fração areia dos Neossolos Litólicos do Sertão, que possuem uma grande quantidade de minerais primários, facilmente intemperizáveis, os quais constituem fonte de nutrientes para as plantas.

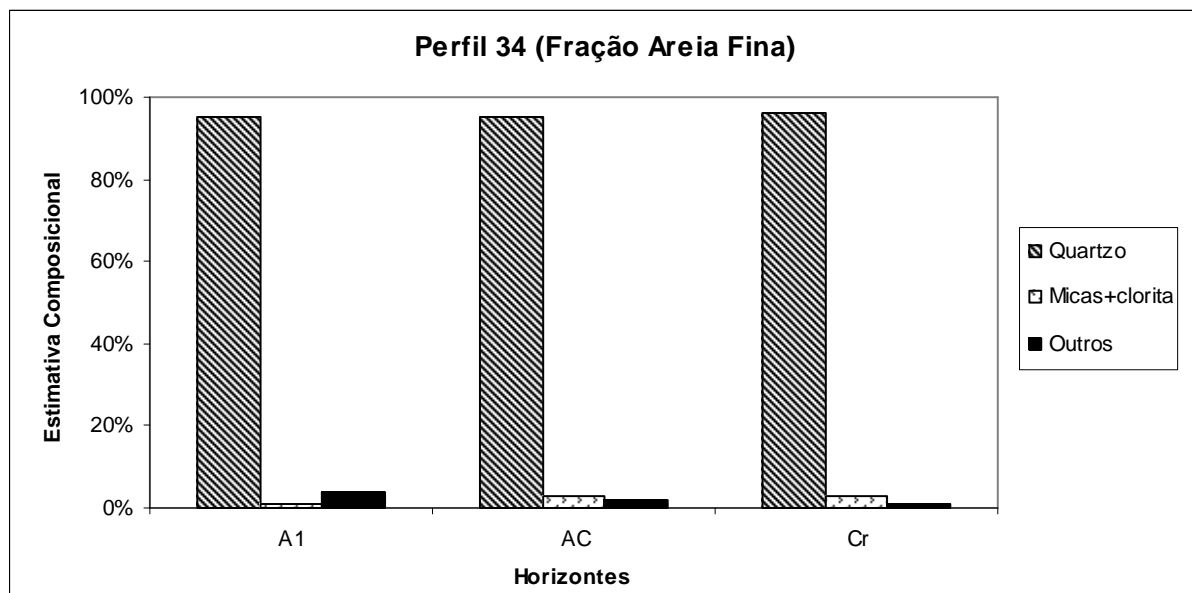


Figura 46 - Composição mineralógica da fração areia fina do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

Fração Silte

A fração silte é constituída por minerais dos grupos da mica, caulinita, interestratificados, feldspatos e quartzo (Fig. 47).

A presença de interestratificados é interpretada através do pico de 14,0 Å visível no tratamento K 25°C, que não mostra expansão no tratamento com Mg glicerol e colapsa para 12,5 Å no tratamento com K 550°C. Este comportamento, segundo Eslinger & Pevear (1988), é sugestivo para a presença de clorita/vermiculita.

A grande intensidade dos picos do quartzo indica que estes são os minerais mais abundantes na fração silte.

As diferentes posições dos picos dos feldspatos são indícios de que existem no perfil mais de um tipo de feldspato nesta fração (Cerri, 1979).

Os reflexos agudos e simétricos da mica sugerem que esta esteja bem cristalizada, enquanto a assimetria dos picos da caulinita sugere baixa cristalinidade da mesma (Almeida *et al.*, 1997).

Fração Argila

A fração argila é constituída por mica, caulinita, interestratificados, quartzo e feldspatos (Fig. 48).

O pico em 14,0 A°, assimétrico e largo, no tratamento com K 25°C, que se expande no tratamento com Mg glicerol e colapsa para 12,5 A° no tratamento com K 550°C, indica presença de interestratificados, possivelmente clorita/vermiculita (Eslinger & Pevear, 1988).

Nesta fração os picos da caulinita e da mica são maiores e mais intensos, evidenciando maiores quantidades destes minerais.

O Luvissole Crômico Órtico típico (Perfil 29) e o Neossolo Litólico Eutrófico típico (Perfil 34) estão localizados na mesma zona fisiográfica do Sertão e apresentam situação topográfica semelhantes. Apesar do tipo climático onde o Perfil 29 está localizado (tipo climático de Gaussen 2b, subdesértico quente de tendência tropical, com índice xerotérmico entre 200 e 300 e número de meses secos de 9 a 11 - Anexo 5) proporcionar menor intensidade do intemperismo e dos processos pedogenéticos, quando comparado com o clima do Perfil 34 (tipo climático de Gaussen 4aTh, tropical quente de seca atenuada, com índice xerotérmico entre 150 e 200 e número de meses secos de 7 a 8 - Anexo 6), este último é menos evoluído. Isto pode estar associado às diferenças entre os materiais de origem destes solos, uma vez que o Perfil 29 desenvolveu-se a partir de um gnaiss e teve contribuição externa (material transportado), enquanto o Perfil 34 desenvolveu-se a partir de um filito, constituído por uma maior quantidade de minerais de difícil alteração intempérica.

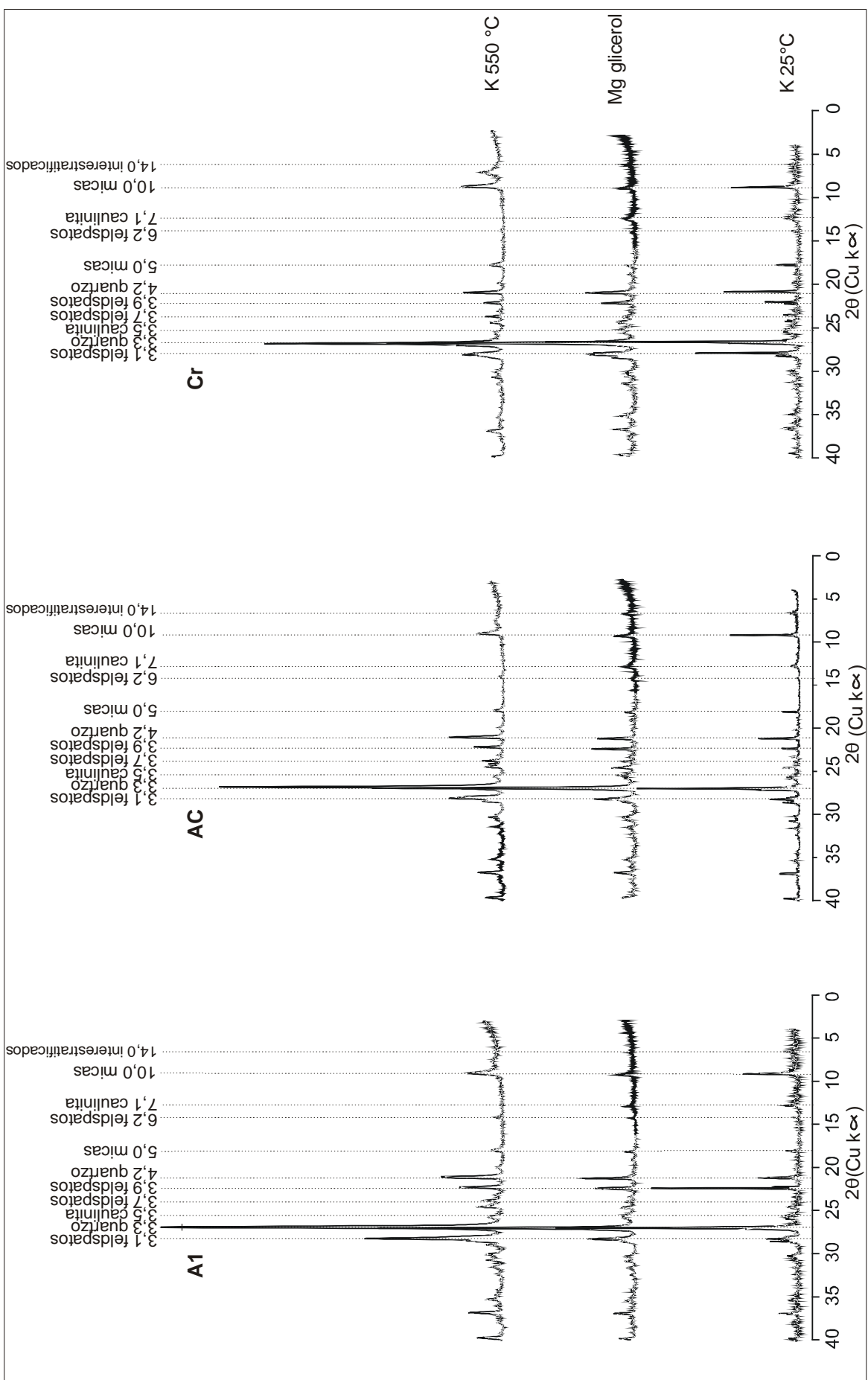


Figura 47 - Difractogramas de raios-X da fração silte do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

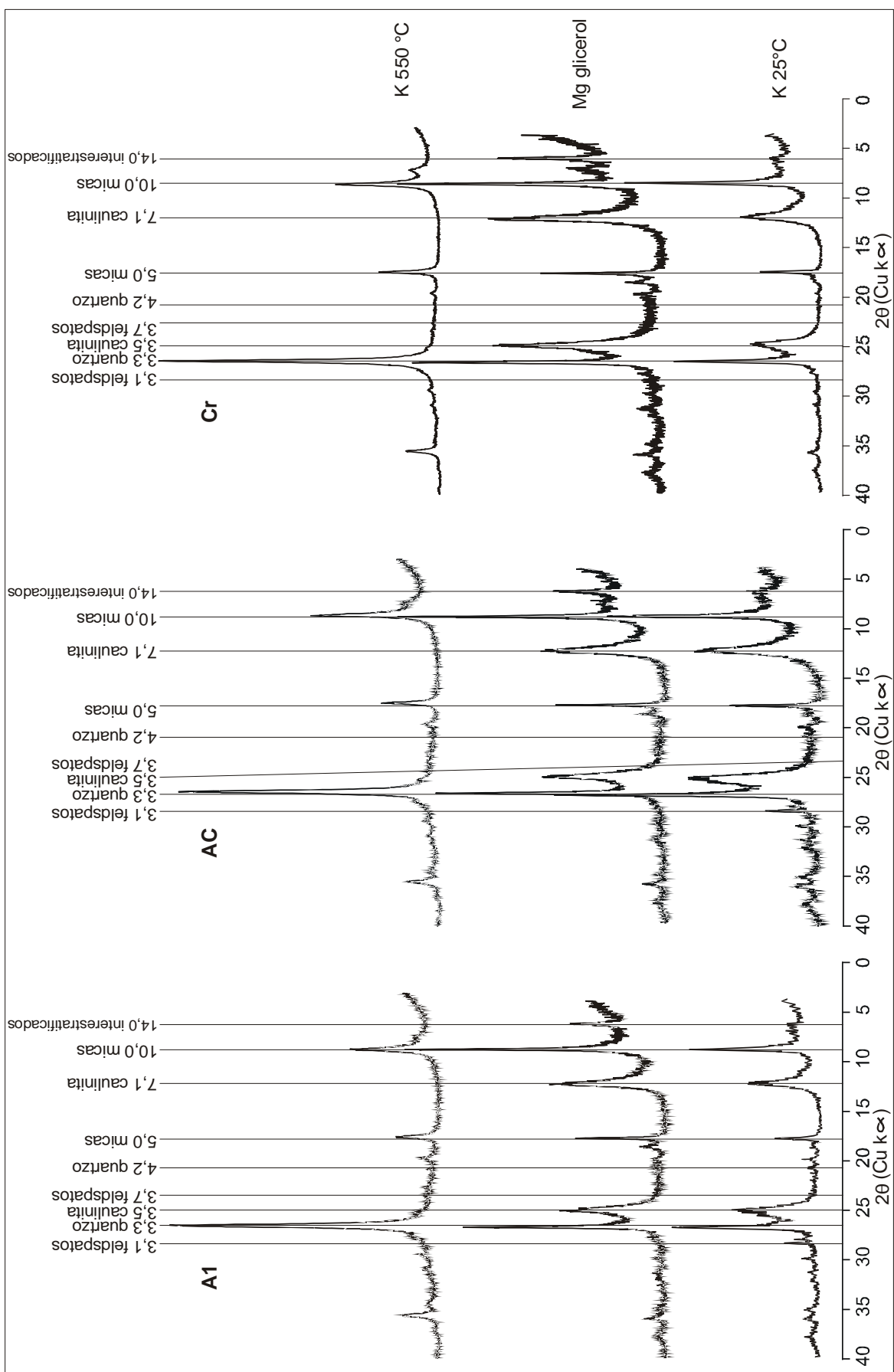


Figura 48 - Difractogramas de raios-X da fração argila do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfi 34).

4.2. Mineralogia do material de origem

A descrição petrográfica do material de origem dos perfis de solo estudados no presente trabalho encontra-se nos Anexos (1 a 6). A seguir são destacados, por perfil, a rocha que constitui o material de origem (R), sua mineralogia e feições de desestabilização mineral observados.

4.2.1. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

O estudo petroográfico revelou que o material de origem (P - 4 R, Anexo 1) desse solo é um **biotita gnaisse** de textura granoblástica com foliação incipiente dada pela orientação preferencial das biotitas e feldspatos, cuja constituição mineralógica é formada por plagioclásio + pertita (48%), quartzo (25%), biotita (15%), microclina (10%) e, epidotos (epidoto e alanita), zircão e minerais opacos, como acessórios.

O plagioclásio ocorre em cristais anédricos e bastante fraturados, mostrando forte sericitização e a biotita, em lamelas de cor marrom, extinção reta e textura picotada, mostra feições de desestabilização e recristalização.

4.2.2. Perfil 5 . **CHERNOSSOLO ARGILÚVICO** Órtico típico (Perfil 5).

O material de origem do Perfil 5 (P - 5 R, Anexo 2) é um **biotita granito migmatizado** de textura granoblástica com foliação incipiente dada pela orientação preferencial das biotitas. Sua mineralogia essencial é constituída por biotita (35%), quartzo (20%), plagioclásio (26%), hornblenda (15%) e como acessórios são observados epidotos, zircão, clorita e minerais opacos (4%).

A biotita ocorre em lamelas com extinção reta e textura picotada com a presença de feições de desestabilização e alteração para clorita.

4.2.3. **ARGISSOLO VERMELHO** Eutrófico câmbico (Perfil 16).

O material de origem do Perfil 16 (P - 16 R, Anexo 3) é um **biotita hornblenda granito** de textura granoblástica, constituído por pertita (40%), quartzo (18%), plagioclásio (15%), biotita (12%), hornblenda (7%), tremolita-actinolita (3%), além de clorita, zircão, apatita e minerais opacos, que somam 5% da amostra.

A pertita (exsolução de plagioclásio em feldspato potássico) ocorre em cristais anédricos, fraturados, apresentando um processo de alteração incipiente com a presença de material criptocristalino de alta birrefringência, sugestivo de saussoritização (albita + epidoto + sericita ± carbonato ± clorita) (Deer *et al.*, 1960) e a biotita que ocorre em lamelas subédricas, mostra alteração para clorita.

4.2.4. **NEOSSOLO LITÓLICO** Ta Eutrófico típico (Perfil 35).

Mineralogicamente o material de origem do Perfil 35 (P - 35 R, Anexo 4) trata-se de um **biotita hornblenda granito** de textura granoblástica que apresenta como principais constituintes plagioclásio + microclina + ortoclásio (45%), biotita (20%), hornblenda (15%), quartzo (15%), além de titanita, apatita, zircão e minerais opacos como acessórios.

O feldspato plagioclásio ocorre em cristais subédricos, prismáticos, com geminação polissintética e/ou Baveno, nos quais observa-se um incipiente processo de sericitização.

4.2.5. **LUVISSOLO CRÔMICO** Órtico típico (Perfil 29).

O material de origem do Perfil 29 (P - 29 R, Anexo 5) é um **granada cianita sillimanita muscovita gnaisse** com textura granolepdoblástica, cuja foliação incipiente é evidenciada pela orientação preferencial de muscovita. Mineralogicamente é constituído por plagioclásio (45%), quartzo (40%), muscovita (15%), e granada, estaurolita, sillimanita, sericita, biotita, clorita, cianita, zircão, apatita e minerais opacos que somam 5%.

O feldspato plagioclásio ocorre em cristais anédricos a subédricos, prismáticos a tabulares, mostrando acentuado processo de alteração para sericita e argilominerais (Fig. 49)

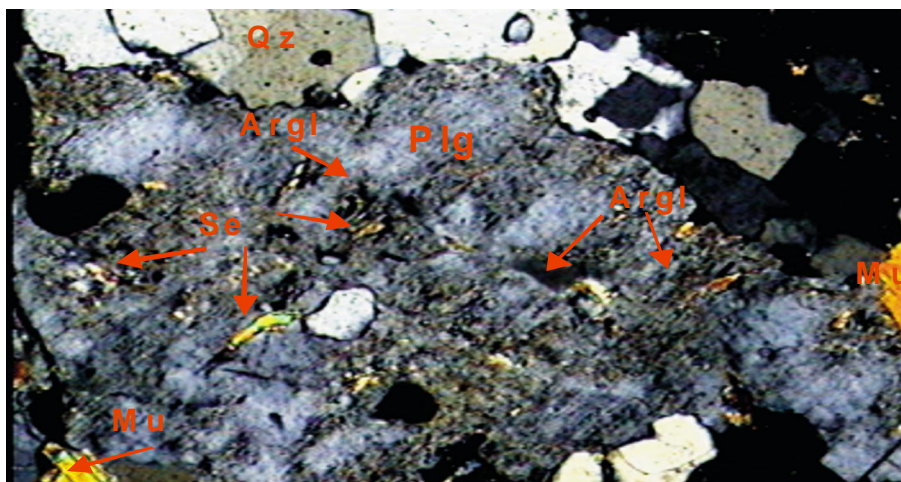


Figura 49 . Material de origem do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29): detalhe de cristal de plagioclásio (Plg) em processo de sericitização (Se - sericita e Argl - argilominerais). (Aumento 40x; nicóis X)

A granada, que ocorre em porfiroblastos anédricos e fraturados, e a estauroлита observada em porfiroblastos anédricos e tabulares, possuem feições de desestabilização e liberação de ferro ao longo das suas fraturas.

A sillimanita ocorre em cristais prismáticos subédricos, com marcante processo de alteração para sericita e a biotita ocorre em lamelas subédricas a anédricas, associado à clorita, resultante de sua alteração.

4.2.6. **NEOSSOLO LITÓLICO** Eutrófico típico (Perfil 34).

O material de origem desse solo (P - 34 R, Anexo 6) é um **granada biotita muscovita filito quartzoso** constituído por quartzo (50%), sericita (25%), biotita (15%), clorita (10%), além de granada, feldspato potássico, apatita e minerais opacos, como acessórios.

A clorita ocorre, em lamelas anédricas a subédricas, como produto da alteração da biotita, e a granada mostra sinais de alteração para óxido de ferro.

4.3 Estudo da alteração dos minerais primários

A alteração pedogenética resulta de variações físico-químicas e biológicas do meio. Minerais constituintes das rochas, que se formaram sob condições magmáticas, hidrotermais, metamórficas ou sedimentares, são considerados, potencialmente instáveis, quando expostos às condições atmosféricas. São vulneráveis ao ataque por água, oxigênio e dióxido de carbono e as reações, predominantemente, exotérmicas, ocorrem espontaneamente. A água penetra nos poros, nos planos de clivagens e em outras microfissuras dos minerais, dissolvendo os constituintes solúveis. Com a evolução do processo, o resíduo torna-se, progressivamente, enriquecido pelos constituintes menos solúveis, formados pelos grupos O e OH . A posterior cristalização desses resíduos resulta na formação de novas fases minerais, que serão mais estáveis nas novas condições prevalentes, constituindo assim os minerais secundários (Loughnan, 1969).

Os minerais secundários podem ser formados como resultado da precipitação de substâncias dissolvidas nas águas que percolam o perfil, como por exemplo, os oxi-hidróxidos de ferro e de alumínio; ou pela interação entre soluções de percolação e minerais primários, cuja composição química é modificada, porém a estrutura fica pelo menos, parcialmente, preservada, como por exemplo, a transformação das micas (filossilicatos) que se alteraram em illitas ou vermiculitas (filossilicatos secundários). Teixeira *et al.* (2001) designa o primeiro grupo de minerais secundários neoformados e o segundo grupo de minerais secundários transformados.

A intemperização dos minerais silicatados, geralmente, segue a seqüência estabelecida por Goldich (1938), que mostra a série de estabilidade de minerais face à meteorização, que é semelhante à ordem de cristalização da Série de Bowen, onde os primeiros minerais a se formarem pela consolidação do magma são os menos estáveis, devido a grande diferença entre as condições físico-químicas do meio em que se cristalizaram e as do meio ambiente superficial (Lacerda, 1999).

Dentre os minerais constituintes principais dos materiais de origem dos solos estudados, o quartzo e a muscovita são considerados os minerais primários mais estáveis e resistentes à ação dos agentes da alteração intempérica, enquanto os anfibólios, os feldspatos e a biotita são os minerais mais facilmente intemperizáveis.

Segundo Cerri (1979) a estabilidade da muscovita pode ser, sob certas condições, maior que a do próprio quartzo.

Por sua vez a solubilidade do quartzo pode ser freada ou mesmo impedida nos processos superficiais, devido à proteção fornecida pelas películas ferruginosas que se desenvolvem ao redor de seus cristais e, também, pelo fato de as soluções de alteração apresentarem, quase sempre, teores em sílica dissolvida superiores ao limite de solubilidade do quartzo (Cerri, 1979).

As reações de intemperismo químico podem ser representadas pela equação genérica: Mineral I + solução de alteração → Mineral II + solução de lixiviação.

Dentre as reações de intemperismo químico dos minerais, a hidrólise é a mais importante e destaca-se na decomposição de minerais silicatados, tais como: feldspatos, piroxênios, anfibólios dentre outros presentes na maioria das rochas da crosta terrestre.

A hidrólise é consequência da dissociação parcial da água em íons H^+ e OH^- , ocorrendo, principalmente, nos silicatos complexos de Ca, Mg, K, Na, Al e Fe, liberando bases e H_4SiO_4 , ácido muito fraco (Krauskopf, 1972). Os silicatos de alumínio têm como produto de sua climatização, quase sempre, um argilomineral. Conforme a intensidade, a hidrólise pode ser considerada em três níveis designados de modelos de processos de formação de argilominerais: (1) Dessilicatização limitada . Bissialitização, onde a quantidade de sílica no sistema permite a formação de argilominerais 2:1; (2) Dessilicatização moderada . Monossilitização, cujas condições propiciam a formação de argilominerais 1:1 (caulinita); e (3) Dessilicatização completa . Alitização: onde apenas o Al permanece no sistema, com a formação de gibbsita (Lacerda *et al.*, 2001).

4.3.1. **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO** Distrófico típico (Perfil 4).

Neste perfil de solo o quartzo ocorre em todas as frações granulométricas do solo e no material de origem. Este mineral, por ser altamente estável e resistente ao intemperismo químico, não apresenta sinais de alteração, apenas desgaste e/ou quebra de natureza física.

A biotita é observada no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa, areia fina, silte e argila (mica). A presença de biotita com sinais de alteração (cor marrom esverdeada) nas frações areia grossa e areia fina associada à presença

de clorita nas frações silte e argila são indícios de que a biotita deve estar se alterando para clorita, uma vez que não foi observado clorita no material de origem.

A clorita por sua vez, pode estar se alterando para vermiculita formando interestratificado clorita/vermiculita, como sugerido pela ocorrência desse tipo de interestratificado na fração argila.

Biotita → Clorita → Vermiculita (interestratificado clorita/vermiculita)
(Barnhisel, 1977; Cerri, 1979)

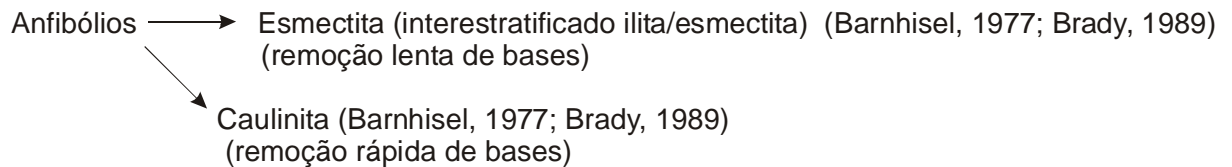
Os feldspatos (plagioclásios + pertita + microclina) são observados no material de origem e em todas as frações granulométricas do solo. No material de origem verifica-se forte sericitização em alguns cristais de plagioclásio. Nas frações areia grossa e areia fina, os grãos de feldspatos mostram visíveis sinais de alteração (perda da cor e brilho característicos). Esses fatos somados a presença de mica e caulinita nas frações silte e argila em todos os horizontes e a ausência na fração argila de picos de feldspatos nas regiões entre 3,7-3,9 A° e 6,2-6,7 A°, presentes na fração silte, são sugestivos para que seja esquematizada a seguinte evolução mineralógica para os feldspatos:

Feldspatos → Sericita (mica) → Caulinita (Cerri, 1979)
Caulinita (Cerri, 1979)

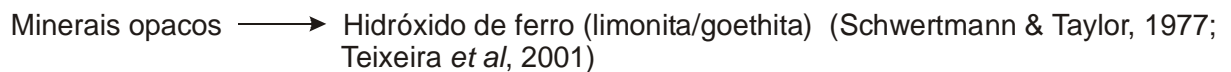
Os minerais opacos são observados no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa e areia fina, onde apresentam sinais de alteração (oxidação). Em virtude do pré-tratamento para desferrificação da amostra e da amplitude de varredura (2θ) entre 2 e 40° nos difratogramas de raios-X, os mesmos não foram observados nas frações silte e argila. Para estes minerais é sugerida a seguinte evolução mineralógica:

Minerais opacos → Hidróxido de ferro (limonita/goethita) (Schwertmann & Taylor, 1977; Teixeira *et al*, 2001)
Óxido de ferro (hematita) (Teixeira *et al*, 2001)

Os anfibólios ocorrem no material de origem e em todas as frações granulométricas do solo, com exceção para a fração argila. O fato dos anfibólios apresentarem sinais de alteração nas frações areia grossa e areia fina, aliado a presença de interstratificado ilita/esmectita na fração argila corroboram para o possível esquema de evolução mineralógica para os anfibólios:



Para os minerais opacos descritos no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa e areia fina, onde mostram sinais de alteração (oxidação), é sugerida a seguinte evolução:



4.3.3. ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16)

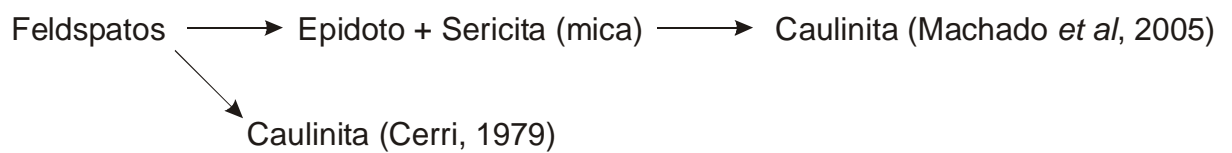
Verifica-se neste argissolo a presença de quartzo em todas as frações granulométricas e no material de origem devido a sua estabilidade frente ao intemperismo químico.

A presença de clorita em todos os horizontes na fração argila pode ser explicada pela presença desse mineral no material de origem, de onde teria sido herdada e/ou através da alteração da biotita, que apresenta sinais de alteração (cor marrom esverdeada) tanto no material de origem como nas frações granulométricas areia grossa e areia fina. Entretanto, a ausência de clorita na fração silte de todos os horizontes é mais sugestivo para que esta seja proveniente da alteração da biotita, conforme o esquema:

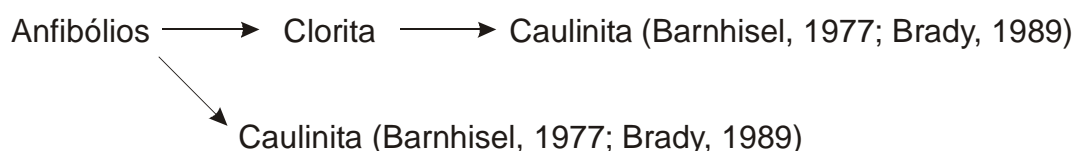


Os feldspatos (pertita + plagioclásio) são observados no material de origem e em todas as frações granulométricas do solo. No material de origem nota-se que a

pertita encontra-se em processo de alteração incipiente, sugestivo de saussoritização. Na fração cascalho, feldspatos ocorrem como um dos minerais constituintes dos fragmentos de rocha, e na areia grossa, na forma de grãos individuais que mostram sinais de alteração (perda da cor e brilho característicos). Essas observações, aliadas a presença de mica e caulinita em todos os horizontes nas frações silte e argila, a presença de epidoto na fração areia fina sem que o mesmo tenha sido identificado no material de origem, além da ausência na fração argila de picos de feldspatos nas regiões 6,2-6,7 A°, presentes na fração silte, corroboram para o seguinte esquema:

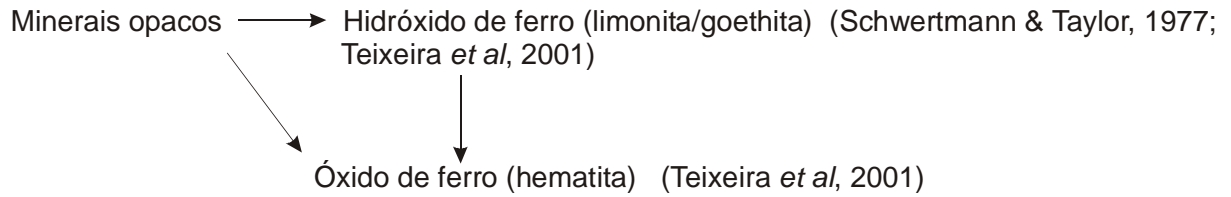


Os anfibólios ocorrem no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa, areia fina e silte. Nas frações areia grossa e areia fina eles apresentam sinais de alteração (cor verde claro nos planos de clivagem). Isso associado a ausência desses minerais na fração argila, a presença de clorita em todos os horizontes na fração argila e a presença de caulinita em todos os horizontes nas frações silte e argila sugerem o possível esquema de evolução mineralógica para os anfibólios:



Os minerais opacos são observados no material de origem e nas frações granulométricas cascalho (como um dos minerais constituintes dos fragmentos de rocha), areia grossa e areia fina onde apresentam sinais de alteração (oxidação). A presença de crosta de alteração de óxido de ferro de cor marrom avermelhada recobrendo, parcialmente os grãos de quartzo, juntamente com a presença de agregados/concreções ferruginosos (limonita/goethita) de cor marrom avermelhada, são indícios que os minerais opacos estejam se alterando para hidróxidos de ferro. A formação da limonita/goethita também pode estar associada à alteração de anfibólios ricos em ferro. Por sua vez a cor vermelha do solo sugere que a

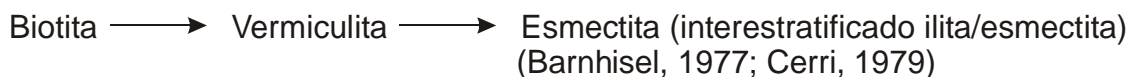
limonita/goethita tenha sofrido desidratação se transformando em hematita. É sugerida a seguinte evolução mineralógica para os minerais opacos:



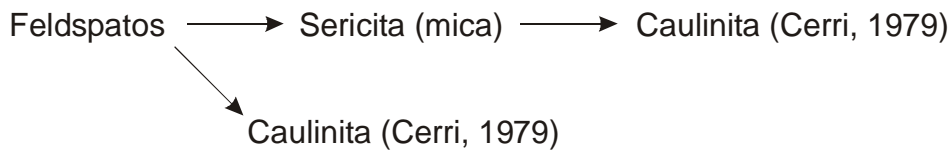
4.3.4. NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35)

Neste perfil o quartzo ocorre em todas as frações granulométricas do solo e no material de origem devido a sua estabilidade frente ao intemperismo químico.

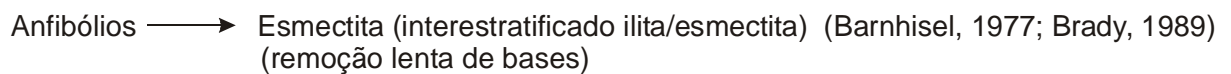
A biotita é observada no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa, areia fina, silte e argila (mica). A presença de biotita com sinais de alteração (cor marrom esverdeada e na forma vermicular) na fração areia grossa sugere que a mesma esteja se alterando para vermiculita. Por sua vez, a vermiculita parece estar se alterando para esmectita formando interestratificado ilita/esmectita, como sugerido pela ocorrência de interestratificado nos horizontes A₂ e Cr na fração argila. Segundo Ismail (1970), citados por Dixon, (1977) material micáceo pode se alterar por intemperismo em vermiculita e essa para esmectita, com perda de potássio em ambientes bem drenados.



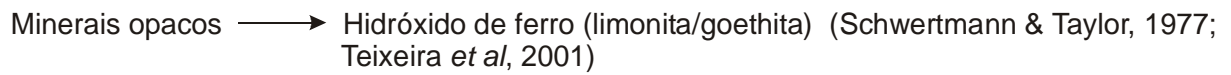
Os feldspatos (plagioclásio + microclina + ortoclásio) são observados no material de origem e em todas as frações granulométricas do solo. No material de origem verifica-se a ocorrência de processo de sericitização nos cristais de plagioclásio. Nas frações areia grossa e areia fina, os grãos de feldspatos mostram visíveis sinais de alteração (perda da cor e brilho característicos). Esses fatos, somados a presença de mica na fração silte, de mica e caulinita na fração argila e a ausência de picos de feldspatos nas regiões entre 6,2-6,7 A° (presentes na fração silte) na fração argila, corroboram para que seja sugerida a seguinte evolução mineralógica para os feldspatos:



Os anfibólios ocorrem no material de origem e em todas as frações granulométricas do solo. O fato dos anfibólios apresentarem sinais de alteração nas frações areia grossa e areia fina, aliado a presença de interestratificado ilita/esmectita nos horizontes A₂ e Cr na fração argila, corroboram para a seguinte esquematização da evolução mineralógica para os anfibólios:



Os minerais opacos são observados no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa e areia fina, onde apresentam sinais de alteração (oxidação), sendo sugerido para estes minerais a seguinte evolução mineralógica:



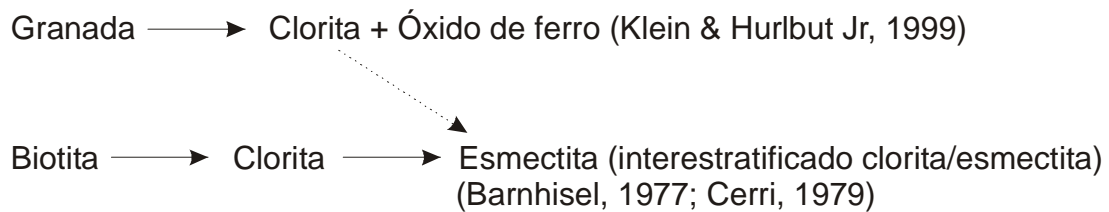
Esta evolução é corroborada pelo fato dos grãos de quartzo estarem, parcialmente, recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro e pela presença de agregados/concreções ferruginosos (limonita/goethita). Os hidróxidos de ferro podem ainda ser originados a partir da alteração dos anfibólios, com a liberação de ferro presente neles.

4.3.5. LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29)

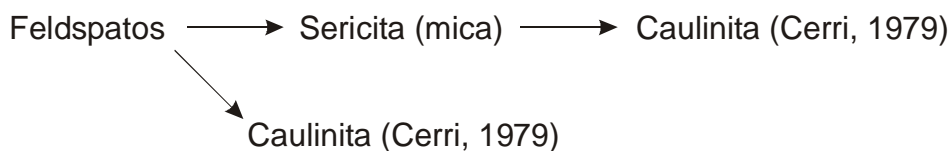
Neste perfil o quartzo ocorre em todas as frações granulométricas do solo e no material de origem devido a sua estabilidade química frente ao intemperismo.

A presença de clorita nas frações granulométricas areia grossa e fina pode ser explicada através da alteração da biotita, que apresenta sinais de alteração (cor marrom esverdeada) tanto no material de origem como nas frações granulométricas areia grossa e fina, ou ainda, através da alteração da granada presente no material de origem e nas frações areia grossa e areia fina onde mostra sinais de alteração e

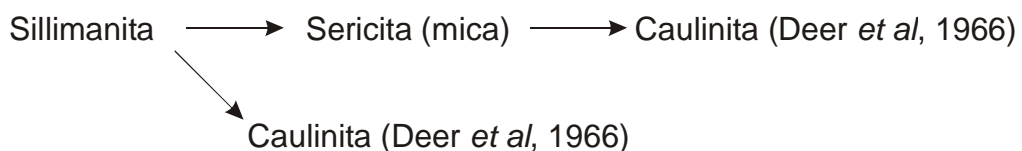
liberação de óxido de ferro. Por sua vez, a presença de interestratificados clorita/esmectita na fração silte e illita/esmectita na fração argila, sugere que a clorita esteja se alterando para esmectita. A formação da clorita pode ser assim esquematizada:



Os feldspatos (plagioclásios) ocorrem no material de origem e em todas as frações granulométricas do solo. No material de origem os plagioclásios mostram alteração para sericita e argilominerais. Nas frações areia grossa e areia fina, os grãos de feldspatos apresentam perda da cor e brilho característicos e a ausência de picos de feldspatos nas regiões entre 6,2-6,7 A° (presentes na fração silte), na fração argila, corroboram para a possível evolução mineralógica evidenciando alteração. Esses fatos, somados a presença de mica e caulinita em todos os horizontes nas frações silte e para os feldspatos:

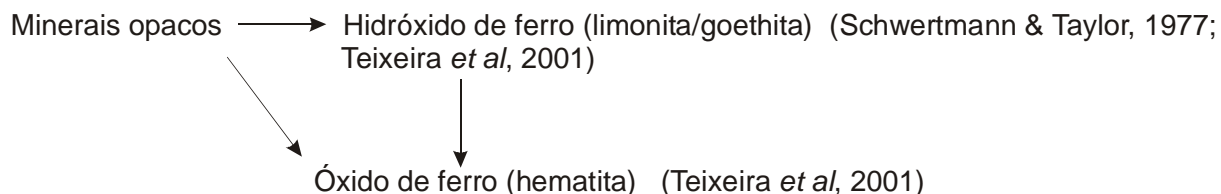


A sericita por sua vez também pode ser resultado da alteração da sillimanita, uma vez que esta apresenta marcante processo de alteração para sericita observada na lâmina delgada do material de origem.

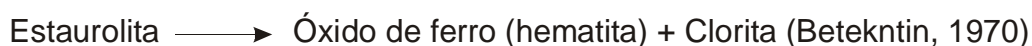


Os minerais opacos são observados no material de origem e nas frações granulométricas cascalho (como um dos minerais constituintes dos fragmentos de rocha), areia grossa e areia fina, apresentando sinais de alteração (oxidação). A presença de agregados/concreções ferruginosos (limonita/goethita) são indícios que

os minerais opacos estejam se alterando para hidróxidos de ferro. Além disso, a cor vermelha do solo sugere que a limonita/goethita tenha sofrido desidratação, se transformando em hematita. Para estes minerais é sugerida a seguinte evolução mineralógica.



A presença de estaurolita no material de origem se desestabilizando e liberando óxido de ferro sugere o seguinte esquema:



4.3.6. **NEOSSOLO LITÓLICO** Eutrófico típico (Perfil 34)

No Perfil 34 os feldspatos estão presentes no material de origem e nas frações granulométricas areia grossa e areia fina sem sinais evidentes de alteração. Na fração silte eles são identificados pelos picos nas regiões 3,1-3,2 A°, 3,7-3,9 A° e 6,2 A°. A pesar de não apresentar sinais de alteração, a ausência do pico de 6,2 A° na fração argila sugere que os feldspatos estejam se alterando muito lentamente para caulinita, conforme o esquema abaixo:



A clorita presente nas frações granulométricas areia grossa e areia fina, é, possivelmente, produto da alteração da biotita como observado na lâmina delgada do material de origem e na fração areia onde a biotita apresenta cor marrom esverdeada. A clorita por sua vez, parece estar se alterando para vermiculita, uma vez que ocorre interestratificados clorita/vermiculita em todos os horizontes das frações silte e argila. Dessa forma um possível esquema para evolução das biotitas é:

Biotita → Clorita → Vermiculita (interestratificado clorita/vermiculita)
(Barnhisel, 1977; Cerri, 1979)

A granada, descrita na lâmina delgada do material de origem, mostra alteração com liberação de óxido de ferro. Nas frações areia grossa e fina alguns agregados argilo-ferruginosos poderiam ser granadas em adiantado estágio de alteração. Estes dados são sugestivos para a seguinte evolução mineralógica:

Granada → argilomineral + Óxido de ferro (Klein & Hurlbut Jr, 1999)

4.4 Índices pedogeoquímicos e evolução dos solos

O grau de intemperismo dos solos nem sempre pode ser inferido pela idade das superfícies que ocupam ou mesmo das litologias sobre as quais estejam assentados, uma vez que vários fatores podem interferir no seu desenvolvimento, como o fato dos mesmos não terem necessariamente uma relação com o substrato litológico ou com o ambiente do qual são constituintes no tempo atual (Oliveira & Jiménez-Rueda, 1996).

Segundo Moniz (1972) a remoção do silício, que ocorre de forma lenta durante o processo de intemperismo das rochas, e do alumínio, praticamente desprezível, são tidos como referência para avaliar o grau de meteorização ou evolução de materiais em decomposição.

Nesse sentido, utilizando os dados de análise química total de elementos maiores do solo e do material de origem (Anexos 1 a 6), foram calculadas as relações moleculares K_i , que indica a mobilidade de SiO_2 em relação ao Al_2O_3 , e K_r , que reflete a mobilidade de SiO_2 em relação a R_2O_3 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$). Os valores de K_i e K_r fornecem indicativos sobre o grau de intemperismo e desenvolvimento pedogenético do solo. Quanto menores os valores de K_i e K_r , maior alteração intempérica e a evolução do solo (Loughnan, 1969).

Nos solos estudados que apresentam horizonte Bt, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, Perfil 4, (Fig. 50 a e b), CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, Perfil 5, (Fig. 51 a e b), ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico, Perfil 16, (Fig. 52 a e b) e LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, Perfil 29, (Fig. 53 a e b), são observados os menores valores de K_i e K_r , encontrados no horizonte Bt.

Estes valores mais baixos ocorrem devido ao aumento da porcentagem da fração argila (acúmulo de argila) constituída, predominantemente, por minerais de argila que são filossilicatos de alumínio hidratados. Nesses solos os maiores valores de Ki e Kr são observados nos horizontes mais superficiais (horizonte A) e possivelmente refletem a maior quantidade de quartzo (SiO_2) presente na fração areia que predomina nesses horizontes.

Considerando que os solos com horizonte Bt deste estudo apresentam grau de desenvolvimento relativamente diferenciados (Argissolo > Chernossolo - Luvisso), conforme foi observado pela mineralogia da fração argila, constatou-se que os índices Ki e Kr pouco refletem o grau de evolução destes solos.

Para o NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, Perfil 34, (Fig. 54 a e b) e o NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico, Perfil 35, (Fig. 55 a e b) o comportamento dos índices Ki e Kr é incompatível com a seqüência normal de intemperismo (Krauskopf, 1972; Oliveira & Jiménez-Rueda, 2002), na qual menores valores de Ki e Kr indicam maior alteração intempérica. Este comportamento anômalo pode estar associado ao incipiente processo de intemperismo e conseqüente grande quantidade de minerais primários (alteráveis) presente em todas as frações granulométricas desses solos.

Os resultados gerais, considerando principalmente a profundidade dos solos, a diferenciação e os tipos de horizontes diagnósticos, a presença de minerais primários no perfil de alteração e a evolução mineralógica sugerem a seguinte seqüência, do mais intemperizado para o solo menos intemperizado: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (Perfil 4) > ARGISSOLO VERMELHO Distófico câmbico (Perfil 16) > CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Ótico típico (Perfil 5) > LUVISSOLO CRÔMICO Ótico típico (Perfil 29) > NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34) > NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35). Essa seqüência reflete a ação mais agressiva do clima quente e úmido na zona fisiográfica do Litoral e Mata, onde o intemperismo químico é forte devido aos altos índices pluviométricos da região, e as condições mais amenas (menos agressivas) reinantes na zona fisiográfica do Agreste e, principalmente, na do Sertão, onde o intemperismo físico é mais contundente, em virtude das altas temperaturas e do regime escasso e irregular das chuvas, que confere a esses perfis um incipiente processo de evolução.

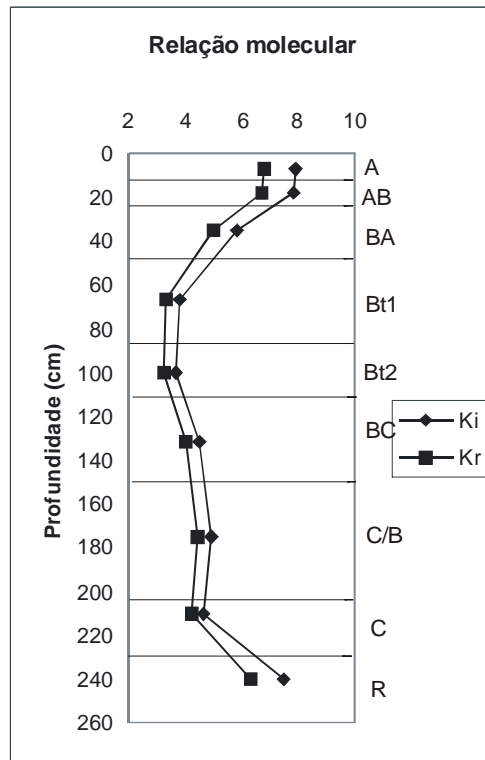


Figura 50 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4).

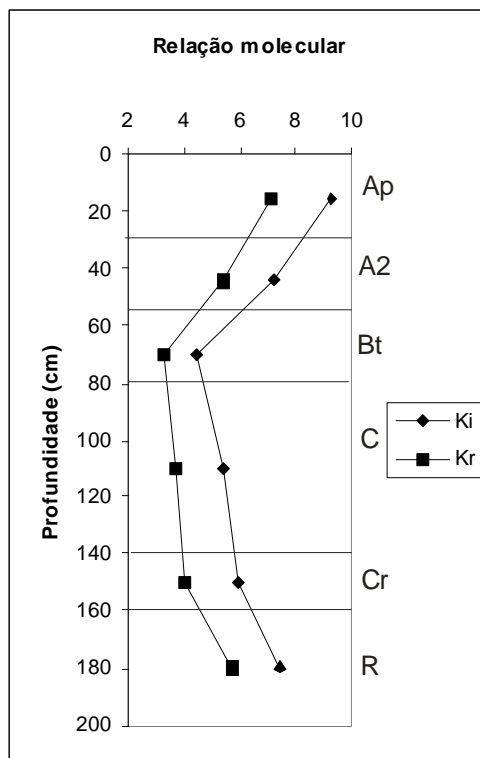


Figura 51 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5).

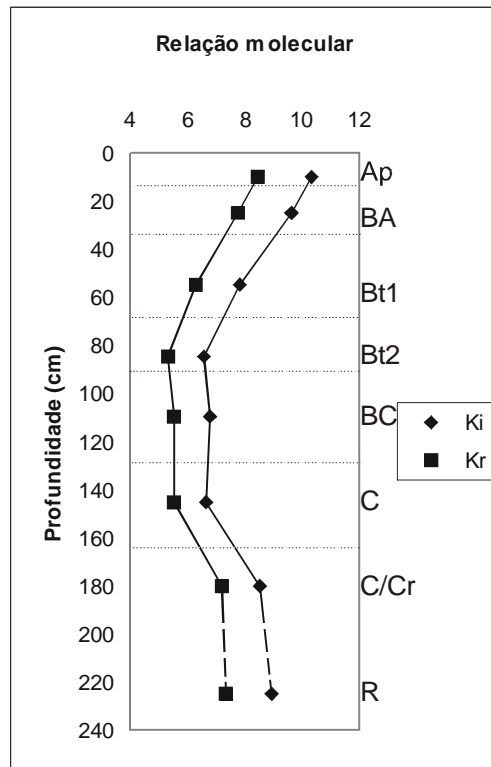


Figura 52 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16).

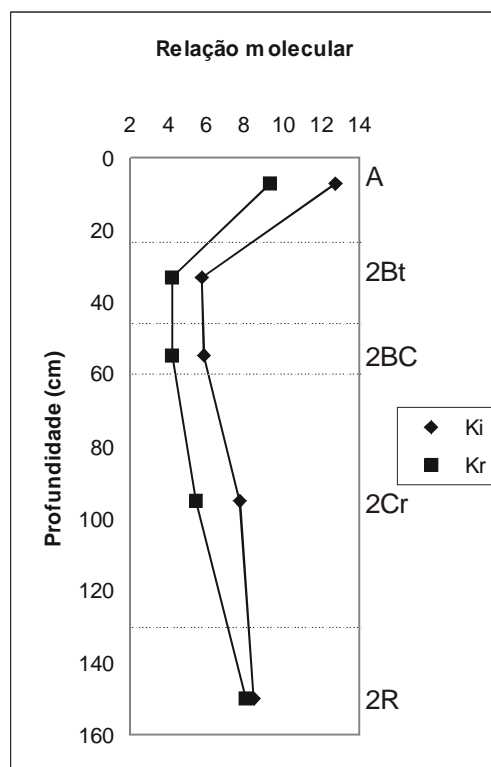


Figura 53 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29).

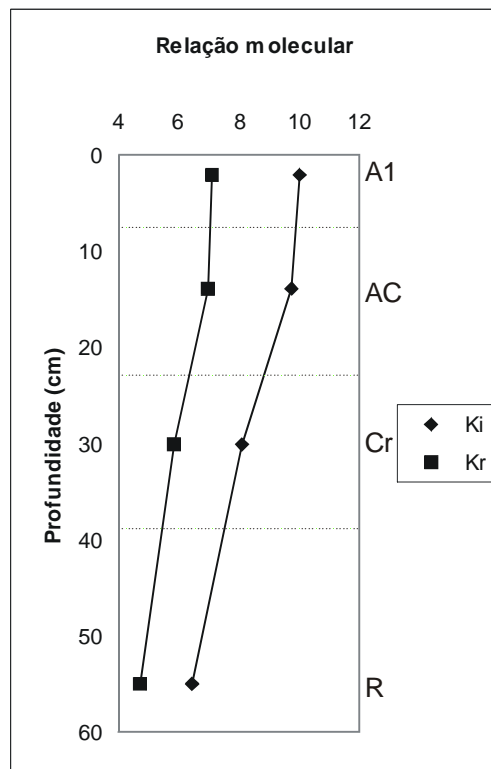


Figura 54 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34).

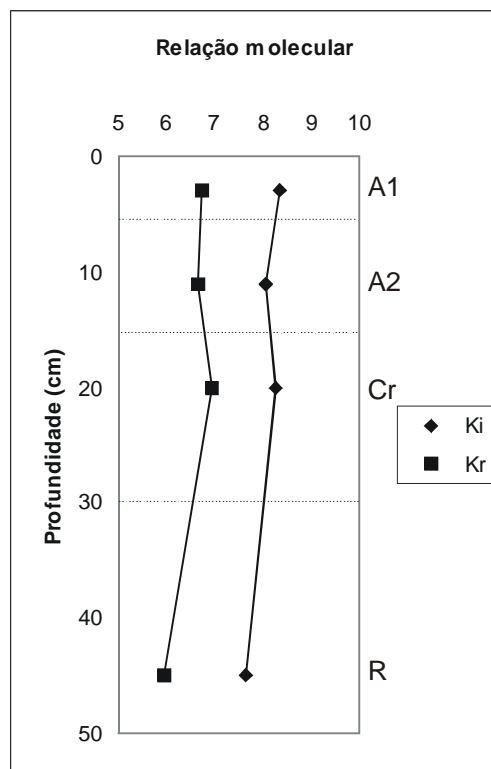


Figura 55 . Valores de Ki e Kr determinados por análise química total ao longo do NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).

5. CONCLUSÕES

Os grãos de quartzo angulosos a muito angulosos, indicativos de pouco transporte, e os fragmentos de rocha, com constituição mineralógica condizente com a dos materiais de origem, sugerem que os solos ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4), CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5), ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16), NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35) e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34) foram formados ~~na~~ ⁱⁿ situ, ou seja, são autóctones.

Os grãos de quartzo subangulosos a subarredondados, observados na fração cascalho, e a presença de dois tipos de fragmentos de rochas, sugerem mais de uma fonte como material de origem para o LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29) corroborando a descrição morfológica designando os horizontes como A, 2Bt, 2BC e 2Cr.

A existência de grãos de quartzo tabulares, com lineação de estiramento, de cor cinza e com inclusões orientadas de minerais opacos nos solos seguintes solos: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5), LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29) e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34), além da presença de sillimanita, cianita (ambas nos perfis 29 e 34) e granada (Perfil 29) são evidências que sugerem que os materiais de origem desses solos são rochas metamórficas.

A considerável quantidade de minerais facilmente alteráveis encontrados no CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5), ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16), LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29), NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34) e NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35) é compatível com a conceituação dessas classes de solos, respectivamente, Chernossolo, Argissolo, Luvisolo e, os dois últimos, Neossolo. A pequena quantidade desses minerais observados no ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (Perfil 4), também é condizente com a conceituação da classe, uma vez que nela estão compreendidas uma grande variedade de características morfológicas e analíticas, podendo apresentar poucos ou muito minerais primários de fácil alteração.

Dentre os solos estudados, o CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5), ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16), LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29), NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34) e NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35) apresentam uma

considerável reserva mineral potencial de fácil intemperização, que pode liberar elementos nutrientes para as plantas, evidenciado pela presença, nas frações grossas e finas, de feldspatos (Ca e K), biotita (K, Mg e Fe), anfibólios (Ca, Mg e Fe), e clorita (Mg), que ocorrem nas rochas (material de origem) em quantidades superiores a 10%.

Através do estudo da alteração dos minerais primários, observou-se que os mesmos se decompõem mais rapidamente nas condições climáticas da zona fisiográfica do Litoral e Mata (clima quente e úmido). Nas condições das zonas fisiográficas do Agreste (zona de transição) e do Sertão (clima semi-árido) essa decomposição se processa de forma mais lenta com a formação de minerais secundários alteráveis (interestratificados).

Com base nos dados obtidos sugere-se a seguinte seqüência, do mais intemperizado para o solo menos intemperizado: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (Perfil 4) > ARGISSOLO VERMELHO Distófico câmbico (Perfil 16) > CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5) > LUVISSOLO CRÔMICO Ótico típico (Perfil 29) > NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34) > NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35).

O clima, através da precipitação e da temperatura, é um fator ativo na formação dos solos, influenciando o caráter e a intensidade do intemperismo e dos processos pedogenéticos, o que proporciona uma diferença em termos de evolução dos solos estudados, tanto intra como também entre as diferentes Zonas Fisiográficas do Estado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y. **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. 378p.

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.

ANDRADE, L. D. **Estudos Fitogeográficos de Pernambuco**. Recife: IPA, 1977.

ANDRADE, T. de L. C. Formação do território de Pernambuco. In: ANDRADE, M. C. O. (Coord.). **Atlas de Pernambuco**. João Pessoa: GRAFSET, 1999. 112p.

ANDRADE NETO, J. C. X. de. As alternativas econômicas de Pernambuco. In: ANDRADE, M. C. O. (Coord.). **Atlas de Pernambuco**. João Pessoa: GRAFSET, 1999. 112p.

BARNHISEL, R. I. Chlorites and hydroxy interlayered vermiculite and smectite. In: DIXON, J. B. (Ed.). **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America. 1977. 1244p.

BETEKHTIN, A. **A course of mineralogy**. Moscow, Rússia: Ed. Peace Publishers, 1970. 642p.

BRADY, N. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRITO, I. M. **Bacias Sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 1979. 179p.

CADASTRO INSTITUCIONAL DOS MUNICÍPIOS - CIM, 1996-1997. Pernambuco. Recife: CINN, 1997.

CERRI, C. C. **Alteração e pedogênese em áreas graníticas situadas sob diferentes condições bioclimáticas encontradas no Brasil.** 1979. 241f. Dissertação (Doutorado em Geociências) . Universidade de São Paulo, São Paulo.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A J. T. **Geomorfologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 392p.

DANTAS, H. S. **Diagnóstico pedológico de Pernambuco.** Cadernos do Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife: CONDEPE, 1970. (Série 1, n.2/Agricultura).

DEER, W. A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, Y. **Minerais constituintes das rochas: uma introdução.** 1. ed. Lisboa, Portugal: Editora Fundação Calouste Gulbenkian, 1966. 358p.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: EMBRAPA/SPI, 1999. 412p.

ESLINGER, E.; PEVEAR, D. **Clay minerals for petroleum, geologists and engineers.** New York: Society of Economic, Paleontologists and Mineralogists, 1988.

FANNING, D. S.; KERAMIDAS, V. Z. Micas. In: DIXON, J. B. (Ed.). **Minerals in soil environments.** 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1977. 1244p.

FITZPATRICK, E. A . **The micromorphology of soil.** United Kingdom: University of Aberdeen, 1984. 433p.

GOMES, H. A. (Org.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Pernambuco**. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001. 198p.

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

IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

IBGE. **Censo Agropecuário de Pernambuco, 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1998.

ISMAIL, F. T. **Role of ferrous iron oxidation in the alteration of biotite and its effect on the type of clay minerals formed in soils of arid humid regions**. Am. Mineral. 54, 1970, p. 1460-1466.

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

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; RODRIGUES E SILVA, F. B.; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, A. F. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1973. v. 1. 359p. (Boletim técnico 26; Série Pedológica, 14).

JATOBÁ, L. Conhecendo o meio ambiente de Pernambuco. In: ANDRADE, M. C. O. (Coord.). **Atlas de Pernambuco**. João Pessoa: GRAFSET, 1999. 112p.

JENNY, H. **Factors of Soil Formation**. New York: Mcgraw . Hill, 1941. 281p.

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

KITTRICK, J. A. Mineral equilibria and the soil system. In: DIXON, J. B. (Ed.). **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America. 1977. 1244p.

KLEIN, C. ; HURLBUT Jr, C. S. **Manual of Mineralogy**. 21. ed./ after James Dana. New York: John Wiley & Sons Inc, 1999. 681p.

KRAUSKOPF, K. B. **Introdução à geoquímica**. São Paulo: Polígono, 1972.

LACERDA, M. P. C. **Correlação geo-pedológica em solos B texturais na região de Lavras, MG**. Lavras: UFLA, 1999. 257p.

LACERDA, M. P. C.; ANDRADE, H.; QUÉMÉNEUR, J. J. G.; Transformações mineralógicas ao longo de perfis de alteração pedogenética na região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25: p. 799-809, 2001.

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

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 178p.

LINS, R. C. **Áreas de Exceção do Agreste de Pernambuco**. Recife: SUDENE/PSU/SRE, 1989. 402p.

LOUGHNAN, F. C. **Chemical weathering of the silicate minerals**. New York: Elsevier, 1969. 154p.

MACHADO, F. B.; MOREIRA, C. A.; ZANARDO, A.; ANDRE, A. C. GODOY, A. M.; FERREIRA, J. A.; GALEMBECK, T.; NARDY, A. J. R.; ARTUR, A. C.; OLIVEIRA, M.A.F.de. **Enciclopédia multimídia de minerais e atlas de rochas**. [on-line]. Disponível na Internet via www. URL: <http://www.rc.unesp.br/museudpm>. Arquivo capturado em 16 de junho de 2005.

MONIZ, A C. **Decomposição de rochas e formação dos minerais de argila**. In: Elementos de Pedologia. São Paulo: Polígono da USP, 1972. p. 305-323.

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

MORI, P. E.; REEVES, S.; CORREIA, C. T.; HAUKKA, M. Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Institute de Geociências, São Paulo University. São Paulo: **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 3, p. 441-446, 1999.

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

OLLIER, C. **Weathering**. 1. ed. Edinburgo: Oliver & Boyd, 1969.

OLLIER. C. **Weathering**. 2. ed. Londres: Longman Group LTDA, 1975.

OLIVEIRA, V. A. de; JIMENEZ-RUEDA, J. R. Avaliação comparativa do grau de intemperismo de latossolos de três compartimentos distintos do Planalto Central Goiano. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. ¼, p.111-120, jan./dez. 1996.

OLIVEIRA, V. A. de; JIMENEZ-RUEDA, J. R. Relação solo/material litológico subjacente em latossolos de dois compartimentos do Planalto Central Goiano. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 21, n. ½, p. 85-96, 2002.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

POWERS, M. C. Comparasion chart for visual estimation of roudness. **Journal Sedimentare Petrology**, Los Angeles, v. 23, p. 117-119, 1953.

PRATES, M.; GATTO, L. C. S.; COSTA, M. I. P. RADAMBRASIL Folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife: **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983. 856p. (Levantamento de recursos naturais, 30).

REIS, A. C. de. **Contribuição ao estudo do clima de Pernambuco**. Recife: CONDEPE, v.1, n.1, 1970, p.13-14.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 3. ed. Viçosa. NEPUT, 1999. 339p.

RIBEIRO, M. R. (Coord.). **Caracterização de solos de referência do Estado de Pernambuco**. Recife: UFRPE, 1999. 104p. (Relatório)

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron oxides. In. DIXON, J. B. (Ed.). **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America. 1977. 1244p.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2003. 400p.

SUMNER, M. E. **Handbook of Soil Science**. Florida: CRC Press LLC, 2000.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. ; FAIRCHILD, T. R. ; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. 568p.

TERRY, R. D.; CHILINGAR, G. V. Comparison charts for visual estimation of percentage composition. **Journal Sedimentare Petrology**, Los Angeles, v. 25, n.3, p.229-234, 1955.

VANS SCHUMUS, W. R.; BRITO NEVES, B. B. de; HACKSPACHER, P.; BABINSKI, M. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the Eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions Jour. South Am.. Earth Sci., V. 8, p. 267-288, 1995.

VIEIRA, L.S. **Manual da Ciência do Solo Ê com ênfase aos Solos tropicais**. 3. ed. São Paulo: editora Agronômica Ceres LTDA, 1988. 466p.

ZARAUZA, I. C.; SANUY, J. R.; TORRE, L. M. S.; TORRES, J. A V.; MINONDO, L. V. **Estratigrafia**. Madrid: Editorial Rueda, 1977. 707p.

WHITTIG & ALLARDICE, L. D. **X-ray diffraction techniques for mineral identification and mineralogical composition**. In: BLACK, C. A . Methods of soil analysis, Part 1. 4^a ed. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc., 1976. 671-698p.

ANEXOS

ANEXO 1

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Perfil 4)

Descrição macromorfológica;

Análise granulométrica;

Mineralogia das frações grossas;

Análise petrográfica do material de origem;

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores.

DESCRIÇÃO MACROMORFOLÓGICA

PERFIL É 04

DATA - 16.05.95

CLASSIFICAÇÃO - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura média/ argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo forte ondulado (SiBCS, 1999).

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Usina N. Sra. Auxiliadora. Margem direita da BR 232 (no sentido Recife/Caruaru) a altura do km 22. Município de Moreno (PE).

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em terço médio de encosta com 20% de declividade, sob vegetação florestal.

ALTITUDE - ??? Metros

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Gnaisses e migmatitos. Pré-cambriano CD.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado, formado por elevações com declives de 20-25%, vertentes convexas e vales em V e de fundo chato.

EROSÃO - Não aparente.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL - Floresta tropical subperenifólia raleada pela retirada de algumas espécies.

CLIMA - Asqda classificação de Köppen. 3dTh da classificação de Gausсен.

DESCRITO E COLETADO POR - P. K. T. Jacomine, M. R. Ribeiro, M. M. Corrêa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Oo - 5-0cm; camada constituída por restos de folhas pouco decompostas e raízes.

A - 0-13cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); franco-argilosa; moderada e forte pequena a média granular; firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

AB - 13-24cm; bruno-escuro a bruno (10YR 4/3, úmido); franco-argilosa; moderada pequena blocos subangulares; firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

BA - 24-46cm; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); argila; fraca pequena blocos subangulares e angulares; firme, plástica e pegajosa; transição clara e ondulada (15-30 cm).

Bt₁ - 46-88cm; vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido), mosqueado comum pequeno a médio e distinto bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada pequena a média blocos subangulares e angulares; firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Bt₂ - 88-113cm; vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido), mosqueado pouco pequeno a médio e distinto vermelho (2,5YR 4/8, úmido) e comum pequeno a médio e distinto bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); argila; moderada pequena a média blocos subangulares e angulares; firme, plástica e pegajosa; transição gradual e ondulada (14-40cm).

BC - 113-150cm; vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido), mosqueado comum pequeno a médio distinto bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); argila; fraca pequena a média blocos subangulares; firme, plástica e pegajosa; transição clara e irregular.

C/B - 150-202cm.; coloração variegada composta de vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 7/6, úmido); franco-argilosa; maciça; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

C - 202cm+; material decomposto proveniente de gnaisses e migmatitos com predominância de minerais primários.

RAÍZES: Muitas em Oo e A; comuns no AB e poucas em BA e Bt₁.

- OBSERVAÇÕES:**
1. Perfil coletado úmido
 2. Muitos poros em A, AB e BC e comuns em BA, Bt₁ e Bt₂.
 3. A cerosidade do C/B se restringe as partes relacionadas ao B
 4. Fragmentos de quartzo encontrados a partir do horizonte BA.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise granulométrica do Perfil 16: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)			
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
A	0-13	0	0	100	191	204	280	325
AB	13-24	0	0	100	220	164	273	342
BA	24-46	0	0	100	193	148	203	456
Bt ₁	46-88	0	2	98	113	98	147	642
Bt ₂	88-113	0	1	99	113	131	200	556
BC	113-150	0	1	99	116	152	277	456
C/B	150-202	0	0	100	193	158	253	396
C	202+	0	0	100	212	209	263	316

MINERALOGIA DAS FRAÇÕES GROSSAS

Horizonte A

Areia Grossa: Quartzo (99%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos.**

Areia Fina: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Zircão; Epidotos; Minerais opacos; Agregado/concreções ferruginosos.**

Horizonte AB

Areia Grossa: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos:**

Areia Fina: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Zircão; Epidotos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos.**

Horizonte BA

Areia Grossa: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos.**

Areia Fina: Quartzo (99%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Horizonte Bt₁

Cascalho: Quartzo (97%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos; **Fragmentos de rochas (2%):** quartzo ± feldspatos ± minerais opacos, com os feldspatos, parcialmente, transformados em caulim e os minerais opacos oxidados; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Agregados/concreções ferruginosos.**

Areia Grossa: Quartzo (97%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Minerais opacos (1%); Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Clorita; Zircão; Agregados argilo-ferruginosos.**

Horizonte Bt₂

Cascalho: Quartzo (96%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos; **Fragmentos de rochas** (4%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos, com os feldspatos, parcialmente, transformados em caulim e os minerais opacos oxidados.

Areia Grossa: Quartzo (99%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (97%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos; Zircão; Agregados argilo-ferruginosos; Agregados argilosos.**

Horizonte BC

Cascalho: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos; **Fragmentos de rochas** (2%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos, com os feldspatos, parcialmente, transformados em caulim e os minerais opacos oxidados; **Traços: Agregados/concreções ferruginosos.**

Areia Grossa: Quartzo (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Minerais opacos** (2%); **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Fragmentos de rochas:** quartzo ± feldspatos ± minerais opacos, com os feldspatos, parcialmente, transformados em caulim e os minerais opacos oxidados; **Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (2%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos** (2%); **Traços: Zircão; Agregados argilo-ferruginosos.**

Horizonte C/B

Areia Grossa: Quartzo (99%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Fragmentos de rochas:** quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (96%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Zircão; Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Horizonte C

Areia Grossa: Quartzo (98%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Fragmentos de rochas:** quartzo ± feldspatos ±

minerais opacos, com os feldspatos, parcialmente, transformados em caulim e os minerais opacos oxidados; **Minerais opacos**; **Agregados/concreções ferruginosos**; **Agregados argilosos**.

Areia Fina: Quartzo (97%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, recobertos, parcialmente, por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (2%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; Traços: **Zircão**; **Minerais opacos**; **Agregados argilosos**.

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MATERIAL DE ORIGEM

P - 4R

Material de Origem: Plagioclásio + Pertita (48%); **Quartzo** (25%); **Biotita** (15%); **Microclina** (10%); e 2% de **Epidotos** (epidoto e alanita); **Zircão e Minerais opacos**.

O plagioclásio ocorre em cristais anédricos, como blastos de 0,5 . 1,8mm de comprimento. Ocorre também, em cristais bastante fraturados associados à biotita, ao epidoto e ao quartzo. A geminação polissintética não é muito evidente. Em alguns cristais observa-se forte sericitização.

A pertita ocorre em cristais anédricos de até 1mm de comprimento.

São observados intercrescimentos micrográfico (plagioclásio e quartzo), pertítico (plagioclásio em feldspato potássico) e antipertítico (feldspato potássico em plagioclásio).

O quartzo ocorre em cristais anédricos de até 0,6mm de diâmetro. Pode formar vênulas de cristais recristalizados por entre os grãos de feldspato plagioclásio e feldspato potássico (microclina e pertita), ou ocorrer em cristais submilimétricos recristalizados, associados à microclina e ao plagioclásio, com contados suturados.

A biotita apresenta-se em lamelas submilimétricas a 0,8mm, com cor marrom, extinção reta e textura picotada. Há presença de feições de desestabilização e recristalização em lamelas de granulometria muito fina. Associa-se ao epidoto, ao zircão e aos opacos, ocorrendo por entre blastos de plagioclásio, microclina, pertita e vênulas de quartzo.

A microclina apresenta-se em cristais anédricos, submilimétrico a 0,75mm de comprimento, com geminação cruzada.

O epidoto ocorre em cristais anédricos e em cristais prismáticos subédricos, submilimétricos a 0,4mm, associados aos feldspatos e a biotita.

Alanita ocorre na rocha em cristais subédricos, submilimétricos a 1mm, de colorações marrom escuro a preto, bordejados pela cristalização de epidoto.

O zircão aparece como mineral acessório em cristais submilimétricos (<0,01mm) subédricos e euédricos. Quando inclusos na biotita desenvolve halos pleocróicos.

A rocha apresenta textura granoblástica com foliação incipiente dada pela orientação preferencial das biotitas e feldspatos.

Rocha: biotita gnaisse

**ANÁLISE QUÍMICA, POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PARA ELEMENTOS
MAIORES.**

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores do Perfil 4:
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico.

Horizontes		Elementos maiores (%)										
Símbolo	Profundidade (cm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Loi
A	0-13	69,73	14,94	0,033	0,04	-	0,19	5,32	0,735	0,028	2,32	6,84
AB	13-24	69,89	15,18	0,029	0,06	-	0,26	4,73	0,712	0,021	2,56	6,01
BA	24-46	65,16	18,92	0,026	0,07	-	0,18	4,14	0,738	0,018	3,42	7,05
Bt1	46-88	56,83	25,52	0,021	0,10	-	0,08	3,01	0,712	0,020	4,64	9,39
Bt2	88-113	56,19	25,95	0,020	0,16	-	0,10	3,53	0,652	0,017	4,13	8,88
BC	113-150	61,51	23,22	0,018	0,13	-	0,12	3,49	0,480	0,017	3,34	7,67
C/B	150-202	63,16	21,80	0,022	0,13	-	0,16	3,60	0,365	0,014	2,82	7,13
C	202+	61,57	22,63	0,025	0,18	-	0,15	4,91	0,414	0,017	2,73	6,92
Rocha	202+	68,02	15,49	0,041	0,88	1,23	3,28	4,65	0,571	0,041	3,30	1,76

Obs: (-) significa menor que a capacidade de leitura do aparelho.

ANEXO 2

CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico (Perfil 5)

Descrição macromorfológica;

Análise granulométrica;

Mineralogia das frações grossas;

Análise petrográfica do material de origem

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores.

DESCRIÇÃO MACROMORFOLÓGICA

PERFIL - 05

DATA - 06.06.95

CLASSIFICAÇÃO . CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado (SiBCS, 1999).

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Rodovia BR 408, próximo a entrada do Município de Nazaré da Mata (PE), em frente ao posto de gasolina, em estrada lateral, a 150 metros do asfalto. Coordenadas 07° 44'32" S e 35° 14'04" W. Gr.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Corte de estrada situada em terço médio de elevação com 5% a 7% de declividade, sob cultura da cana-de-açúcar.

ALTITUDE - ??? metros.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Gnáisse. Pré-cambriano CD.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto de alteração do gnáisse.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado.

RELEVO REGIONAL - Ondulado, com declives de 5-12%.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical subcaducifólia.

USO ATUAL - Cultura da cana-de-açúcar.

CLIMA - As' da classificação de Köppen, 3cTh da classificação de Gausсен.

DESCRITO E COLETADO POR - P. K. T. Jacomine, M. R. Ribeiro, M. M. Corrêa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A_p - 0-30cm; preto (7,5YR 2/0, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média e grande granular; friável, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

A₂ - 30-57cm; preto (7,5YR 2/0, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média e grande granular; friável, muito plástica e pegajosa; transição clara e ondulada.

Bt - 57-80cm; vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmido); argila; moderada média prismática composta de moderada média blocos subangulares e angulares; firme, muito plástica e pegajosa; transição clara e plana.

C - 80-140cm; vermelho-escuro-acinzentado a bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, úmido); franco-arenosa; maciça; friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana.

Cr - 140 - 160cm +; rocha intemperizada, mostrando orientação.

RAÍZES - Muitas fasciculares finas em Ap e A₂; comum no Bt e poucas no C.

- OBSERVAÇÕES**
1. Muitos poros muito pequenos e pequenos em Ap, A₂ e C; poros comuns muito pequenos e pequenos no Bt.
 2. Foi coletada a trado, para análise mineralógica, amostra do horizonte Cr 140 - 160cm₊.
 3. Presença de alguns cascalhos de granito em A e Bt.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise granulométrica do Perfil 5: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)			
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
Ap	0-30	0	4	96	259	239	214	288
A ₂	30-57	0	0	100	256	232	174	338
Bt	57-80	0	3	96	152	146	194	508
C	80-140	0	0	100	344	324	164	168
Cr	140-160 ₊	0	0	100	350	336	172	152

MINERALOGIA DAS FRAÇÕES GROSSAS

Horizonte Ap

Cascalho: Fragmentos de rochas (60%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos; **Quartzo** (40%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de grãos tabulares com lineações de estiramento.

Areia Grossa: **Quartzo** (97%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços:** **Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Fragmentos de rochas:** quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos; **Anfibólios:** grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos;** **Agregados argilo-ferruginosos.**

Areia Fina: **Quartzo** (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços:** **Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** grãos alterados,

apresentando cor marrom esverdeada; **Anfibólitos**: grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Epidotos**; **Minerais opacos**; **Agregados argilo-ferruginosos**.

Horizonte A₂

Areia Grossa: **Quartzo** (96%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços**: **Feldspatos**: parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Fragmentos de rochas**: quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólitos ± minerais opacos; **Anfibólitos**: grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Epidotos**; **Minerais opacos**; **Agregados argilo-ferruginosos**.

Areia Fina: **Quartzo** (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Anfibólitos** (2%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Biotita** (1%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Traços**: **Feldspatos**: parcialmente alterados, cor esbranquiçada e brilho terroso; **Apatita**; **Zircão**; **Minerais opacos**; **Agregados argilo-ferruginosos**.

Horizonte Bt₁

Cascalho: **Fragmentos de rochas** (90%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólitos ± minerais opacos; **Quartzo** (10%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de grãos tabulares com lineações de estiramento.

Areia Grossa: **Quartzo** (96%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Traços**: **Feldspatos**; **Biotita**; **Fragmentos de rochas**: quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólitos ± minerais opacos; **Anfibólitos**; **Minerais opacos**; **Agregados argilo-ferruginosos**.

Areia Fina: **Quartzo** (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (3%); **Anfibólitos** (1%); **Traços**: **Feldspatos**; **Minerais opacos**; **Agregados argilo-ferruginosos**.

Horizonte C

Areia Grossa: **Quartzo** (85%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Anfibólitos** (7%); **Biotita** (5%); **Feldspatos** (1%); **Fragmentos de rochas** (2%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólitos ± minerais opacos.

Areia Fina: **Quartzo** (80%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (10%); **Anfibólitos** (7%); **Feldspatos** (2%); **Traços**: **Minerais opacos**.

Horizonte Cr

Areia Grossa: **Quartzo** (60%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Anfibólitos** (10%); **Biotita** (7%); **Feldspatos** (3%); **Fragmentos de rochas** (20%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólitos ± minerais opacos.

Areia Fina: **Quartzo** (55%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (20%); **Anfibólitos** (15%); **Feldspatos** (10%); **Traços**: **Minerais opacos**.

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MATERIAL DE ORIGEM

P - 5R

Material de Origem: Biotita (35%); Quartzo (20%); Plagioclásio (26%); Hornblenda (15%) e, como minerais acessórios: Epidotos; Zircão; Clorita e Minerais opacos (4%).

O plagioclásio ocorre em cristais anédricos a tabulares de até 1,0mm de comprimento. Observa-se a presença de cristais com geminação polissintética e periclínia, além de intercrescimentos granofíricos.

O quartzo ocorre em cristais anédricos e granulares, de até 0,6mm de diâmetro, fraturados e com extinção ondulante.

A biotita, em lamelas submilimétricas a 1,5mm de comprimento, mostra cor marrom, extinção reta e textura picotada. Há feições de desestabilização alteração para clorita com algumas lamelas. Associa-se a hornblenda, aos epidotos, ao zircão e aos minerais opacos, ocorrendo às vezes em concentrações levemente orientadas.

A hornblenda ocorre em cristais anédricos, submilimétrico a 0,7mm de comprimento, com clivagem característica, coloração marrom esverdeada a verde e está associada à biotita e a clorita.

Os epidotos ocorrem em cristais anédricos submilimétricos, fraturados, com relevo e birrefringência altos, associados à biotita e hornblenda.

O zircão aparece em cristais submilimétricos (<0,01mm) subédricos, às vezes formando pequenas concentrações.

A rocha apresenta textura granoblástica com foliação incipiente dada pela orientação preferencial das biotitas, anfibólios e feldspatos.

Rocha: biotita granito migmatizado

**ANÁLISE QUÍMICA, POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PARA ELEMENTOS
MAIORES.**

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores do Perfil 5:
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico

Horizontes		Elementos maiores (%)										
Símbolo	Profundidade (cm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Loi
Ap	0-30	68,65	12,57	0,064	0,64	2,41	2,17	0,77	0,506	0,066	5,05	6,49
A2	30-57	64,28	15,10	0,075	0,80	2,67	2,13	0,73	0,640	0,037	6,68	6,84
Bt	57-80	54,68	20,66	0,056	0,78	2,00	1,70	0,68	0,826	0,031	10,04	8,35
C	80-140	56,19	17,73	0,136	1,68	4,15	2,78	1,18	1,071	0,030	10,45	3,79
Cr	140-160 ₊	57,30	16,33	0,130	2,42	4,58	3,06	1,65	1,020	0,126	10,17	2,42
Rocha	160 ₊	65,65	15,07	0,096	1,63	3,74	3,43	2,10	0,532	0,147	5,59	1,26

ANEXO 3

ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico (Perfil 16)

Descrição macromorfológica;

Análise granulométrica;

Mineralogia das frações grossas;

Análise petrográfica do material de origem;

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores.

DESCRIÇÃO MACROMORFOLÓGICA

PERFIL É 16

DATA . 23/10/1996

CLASSIFICAÇÃO - ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico câmbico A moderado textura média com cascalhos/argilosa cascalhenta fase floresta tropical caducifólia relevo forte ondulado (SiBCS, 1999).

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Estrada Riacho das Almas-Caruaru a 7,0 Km de Riacho das Almas. Município de Riacho das Almas, PE. Coordenadas 08°10'21" S e 35°54'35" W. Gr.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Corte de estrada em terço superior de encosta com 8% de declividade. Campo abandonado de sisal invadido por espécies da caatinga como jurema branca.

ALTITUDE - 620 metros

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Pré-cambriano CD. Biotita-gnaiss leucocrático equigranular grosso

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito da rocha citada.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado (topo).

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso com predomínio de declividades entre 25-45%, encostas longas e topos levemente aplanados.

EROSÃO - Laminar severa, em sulcos e voçorocas localizadas.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical subcaducifólia com indivíduos remanescentes de tamboril.

USO ATUAL - Cultura de mandioca, abacaxi e algumas plantas frutíferas como mangueiras e coqueiros.

CLIMA - Transição entre Asq e BSsq de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR . M. R. Ribeiro, A. J.N. Silva, J. F. W. F. Lima, J. Hermano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap- 0-16cm; bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido) e bruno (7,5YR 5/4, seco); franco-argilo-arenosa com cascalho; moderada pequena a média granular, e fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura e dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA - 16-35cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argilo-arenosa com cascalho; fraca a moderada pequena a média blocos subangulares; cerosidade comum e fraca; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bt₁- 35-68cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); argila cascalhenta; moderada a forte muito pequena a média blocos subangulares; cerosidade comum e fraca; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Bt₂- 68-92cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); argila cascalhenta; fraca a moderada pequena a médias prismática, composta de forte muito pequena a média blocos subangulares; cerosidade fraca e abundante; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

BC - 92-130cm; vermelho (2,5YR 4/8, úmido); argila cascalhenta; fraca a moderada pequena a média prismática, composta de moderada muito pequena a média blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

C - 130-165cm; vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); franco-argilo-arenosa cascalhenta; maciça; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

C/Cr- 165-204cm.; franco-arenosa cascalhenta; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Muitas, finas e médias no Ap; comuns, finas e médias em BA, Bt₁, Bt₂, BC e C; poucas no C e C/Cr.

- OBSERVAÇÕES:**
1. Muitos poros em todo o perfil.
 2. No horizonte BC ocorre presença marcante de minerais primários.
 3. No horizonte C/Cr há fragmentos de rocha misturados com material do horizonte C.
 4. A declividade local fica entre 12-25%, ocorrendo trechos mais suaves nos topos.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise granulométrica do Perfil 16: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)			
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
Ap	0-16	0	12	88	537	98	133	233
BA	16-35	0	14	86	472	77	107	344
Bt ₁	35-68	0	20	80	353	56	133	458
Bt ₂	68-92	0	24	76	345	74	137	443
BC	92-130	0	26	74	306	85	179	430
C	130-165	0	29	71	393	60	197	350
C/Cr	165-204	0	39	61	565	86	183	166

MINERALOGIA DAS FRAÇÕES GROSSAS

Horizonte Ap

Cascalho: Fragmentos de rochas (55%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; **Quartzo** (45%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Areia Grossa: Quartzo (80%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (15%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Traços: Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Anfibólios**: grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos**.

Areia Fina: Quartzo (80%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (16%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita; Epidotos; Apatita; Zircão; Minerais opacos; Agregados argilo-ferruginosos**.

Horizonte BA

Cascalho: Fragmentos de rochas (60%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; **Quartzo** (40%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Areia Grossa: Quartzo (85%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Traços: Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Anfibólios**: grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos**.

Areia Fina: Quartzo (85%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (11%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita; Epidotos; Apatita; Zircão; Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilo-ferruginosos**.

Horizonte Bt₁

Cascalho: Fragmentos de rochas (50%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; **Quartzo** (50%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Areia Grossa: Quartzo (85%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (10%); parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rochas** (2%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Traços: Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilo-ferruginosos; Agregados manganosos**.

Areia Fina: Quartzo (86%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita; Epidotos; Zircão; Anfibólios**:

grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos; Agregados manganosos.**

Horizonte B₂

Cascalho: Fragmentos de rochas (45%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos. **Quartzo (55%):** ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Areia Grossa: Quartzo (86%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos (13%):** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Muscovita:** sem sinais de alteração; **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Fragmentos de rochas:** quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilo-ferruginosos; Agregados manganosos.**

Areia Fina: Quartzo (90%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos (6%):** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Minerais opacos (2%); Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita; Epidotos; Anfibólitos:** grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem.

Horizonte BC

Cascalho: Fragmentos de rochas (60%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; **Quartzo (40%):** ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Areia Grossa: Quartzo (91%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos (7%):** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rochas (1%):** quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Minerais opacos; Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilo-ferruginosos.**

Areia Fina: Quartzo (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos (4%):** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita; Anfibólitos:** grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos; Agregados/Concreções ferruginosos; Agregados argilo-ferruginosos.**

Horizonte C

Cascalho: Fragmentos de rochas (95%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; **Quartzo (5%):** ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro.

Areia Grossa: Quartzo (40%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos (55%):** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rochas (5%):** quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Traços: Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita; Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (85%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita (8%):** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Feldspatos (5%):** parcialmente alterados

com cor esbranquiçada e brilho terroso; Traços: **Apatita**; **Anfibólitos**: grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos**; **Agregados argilo-ferruginosos**.

Horizonte C/Cr

Cascalho: **Fragmentos de rochas** (100%): quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.

Areia Grossa: **Quartzo** (40%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (57%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; Traços: **Biotita**: grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita**; **Minerais opacos**; **Agregados argilosos**.

Areia Fina: **Quartzo** (83%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (12%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Feldspatos** (3%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; Traços: **Apatita**; **Anfibólitos**: grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Minerais opacos**.

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MATERIAL DE ORIGEM

P - 16R

Material de Origem: **Pertita** (40%); **Quartzo** (18%); **Plagioclásio** (15%); **Biotita** (12%); **Hornblenda** (7%); **Tremolita-actinolita** (3%); além de **Clorita**, **Zircão**, **Apatita** e **Minerais Opacos**, que somam 5% da amostra.

A pertita (exsolução de plagioclásio em feldspato potássico) ocorre em cristais anédricos de 0,5 mm a 3,4 mm de comprimento, fraturados, apresentando um processo de alteração incipiente com a presença de material criptocristalino de alta birrefringência, sugestivo de saussoritização (epidoto). Caracterizando a pertita se observa a geminação Carlsbard com intercrescimentos de albita. Ocorre também nos bordos de alguns cristais em contato com os cristais de plagioclásio, intercrescimento de quartzo vermicular (intercrescimento microgranofírico). As pertitas podem apresentar fraturas estando estas preenchidas por diminutas lamelas de biotita.

O quartzo ocorre em cristais subédricos a anédricos, submilimétricos a 3,5 mm de comprimento, alguns com extinção ondulante.

O plagioclásio ocorre em cristais anédricos, com geminação polissintética, com comprimento variando de 0,1 a 1,2 mm, associados à pertita e ao quartzo.

A biotita, com comprimento variando de 0,2 a 0,5 mm, ocorre em lamelas subédricas com inclusões submilimétricas de zircão. Algumas lamelas apresentam-se alteradas para clorita, enquanto em outras se observa intercrescimento vermicular de quartzo.

A hornblenda ocorre em cristais submilimétricos a 3 mm de comprimento, anédricos a subédricos, associada a biotita e com inclusões de epidoto e plagioclásio saussoritizado. Tremolita-actinolita também ocorre em cristais subédricos submilimétricos, associados à hornblenda e à biotita.

Grãos de zircão, submilimétrico e euédrico, ocorrem como inclusões na hornblenda e na biotita.

A apatita ocorre em diminutos cristais subédricos submilimétricos associados ao quartzo e feldspatos.

Os minerais máficos (hornblenda + tremolita-actinolita + biotita + minerais opacos) tendem a se concentrarem em algumas regiões.

Rocha: biotita hornblenda granito de textura gronoblástica.

ANÁLISE QUÍMICA, POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PARA ELEMENTOS MAIORES.

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores do Perfil 16: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico

Horizontes		Elementos maiores (%)										
Símbolo	Profundidade (cm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Loi
Ap	0-16	74,33	12,24	0,059	0,05	0,07	0,03	5,60	0,599	0,033	2,96	3,75
BA	16-35	73,39	12,95	0,041	0,02	0,08	0,41	4,20	0,646	0,028	3,68	3,94
Bt1	35-68	70,03	15,25	0,037	0,02	0,04	0,33	3,88	0,671	0,029	4,38	4,90
Bt2	68-92	66,45	17,15	0,037	0,05	0,04	0,27	4,09	0,727	0,029	4,89	5,43
BC	92-130	67,97	17,01	0,034	0,05	0,03	0,23	3,98	0,669	0,030	4,75	5,39
C	130-165	66,02	16,92	0,026	0,05	0,05	0,48	5,96	0,476	0,026	4,45	4,38
C/Cr	165-204	70,87	14,19	0,020	0,04	0,06	0,73	6,27	0,374	0,035	3,36	2,94
Rocha	204+	70,75	13,48	0,063	0,21	1,51	3,47	5,65	0,414	0,073	3,64	0,22

ANEXO 4

NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico (Perfil 35)

Descrição macromorfológica;

Análise granulométrica;

Mineralogia das frações grossas;

Análise petrográfica do material de origem;

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores.

DESCRIÇÃO MACROMORFOLÓGICA

PERFIL 35

DATA . 14/03/2000

CLASSIFICAÇÃO . NEOSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico típico A fraco textura média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado(SIBCS, 1999).

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS É Estrada vicinal em direção a barragem de Tabocas, Poço Dantas (2ºDistrito de Caruaru), distando 2 km da BR 104, na altura do km 38,5 (a direita no sentido Campina Grande-Caruaru). Município de Caruaru . PE. 08°04'19+S e 36°03'22W Gr.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL . Terço médio de elevação com 10% de declividade, sob vegetação de marmeleiros e catingueiras.

ALTITUDE - 380 metros.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Pré-cambriano. Granitos.

MATERIAL ORIGINÁRIO . Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE . Ligeiramente pedregoso.

ROCHOSIDADE - Muito rochoso.

RELEVO LOCAL . Ondulado.

RELEVO REGIONAL . Forte ondulado e montanhoso.

EROSÃO - Laminar severa e em sulcos.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Caatinga hipoxerófila com xique-xique, facheiro, catingueira, angico, marmeleiro, quipá e coroa-de-frade.

USO ATUAL - Caprinocultura.

CLIMA - BSdqde Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR - P. K. T. Jacomine, L. B. de Oliveira & F. A. Marques.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A₁ - 0-6cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); fraco-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

A₂ . 6-16 cm; bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2, úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); areia-franca; fraca pequena a média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

Cr . 16-30cm; saprolito de granito.

R . 30-60cm₊; granito.

RAÍZES . Comuns e finas em A₁ e A₂.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise granulométrica do Perfil 35: NEOSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)			
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
A ₁	0-8	0	0	100	429	221	220	140
A ₂	8-16	0	0	100	476	196	180	150
Cr	16-30	0	0	100	492	208	160	150

MINERALOGIA DAS FRAÇÕES GROSSAS

Horizonte A₁

Areia Grossa: Quartzo (88%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (4%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita** (3%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada e forma vermicular; **Fragmentos de rochas** (2%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos; **Anfibólios** (1%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Traços: Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (82%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (8%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada e forma vermicular; **Feldspatos** (5%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Anfibólios** (4%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Traços: Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Horizonte A₂

Areia Grossa: Quartzo (70%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Fragmentos de rocha** (10%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos; **Biotita** (7%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada e forma vermicular; **Anfibólios** (2%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Traços: Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: Quartzo (68%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (15%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada e forma vermicular; **Anfibólios** (8%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Feldspatos** (7%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Horizonte Cr

Areia Grossa: **Quartzo** (70%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Feldspatos** (10%); parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita** (10%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada e forma vermicular; **Fragmentos de rocha** (3%): quartzo ± feldspatos ± biotita ± anfibólios ± minerais opacos; **Anfibólios** (3%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Traços: Minerais opacos; Agregados argilosos.**

Areia Fina: **Quartzo** (70%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro; **Biotita** (15%): grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada e forma vermicular; **Anfibólios** (7%): grãos alterados com cor verde claro nos planos de clivagem; **Feldspatos** (5%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Minerais opacos; Agregados argilosos.**

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MATERIAL DE ORIGEM

P - 35R

Material de Origem: **Plagioclásio + Microclina + Ortoclásio** (45%); **Biotita** (20%); **Hornblenda** (15%); **Quartzo** (15%); além de **Titanita; Apatita; Zircão e Minerais opacos** que somam 5% da amostra.

O feldspato plagioclásio ocorre em cristais subédricos, prismáticos, com geminação polissintética e/ou baveno, com tamanho que varia de 0,5 até 2,5 mm de comprimento. São comuns as inclusões de zircão, apatita e minerais opacos. Observa-se em alguns cristais um incipiente processo de sericitização.

A microclina ocorre em cristais anédricos tabulares a alongados de até 2 mm de comprimento, com geminação cruzada e inclusões de biotita, apatita, zircão e minerais opacos.

O ortoclásio ocorre em cristais anédricos, de comprimento variando de 0,5mm a 2,5 mm, com geminação Carlsbad, fraturados e com inúmeras inclusões de minerais opacos, além de inclusões de biotita, apatita e quartzo.

A biotita, em lamelas subédricas a anédricas, apresenta pleocroísmo marrom a verde e comprimento de 0,25 mm a 2 mm. São observados inclusões de zircão e apatita em cristais submilimétricos subédricos a euédricos.

A hornblenda aparece em cristais subédricos a anédricos, submilimétricos a 2 mm de comprimento, com pleocroísmo verde a verde muito pálido, em seções prismáticas e seções com clivagem de 64°. São comuns inclusões de zircão, apatita e biotita.

O quartzo ocorre em cristais anédricos, submilimétricos a 1 mm no seu comprimento, fraturados, com inclusões de diminutas agulhas de rutilo e de pequenos cristais (0,25 mm) de minerais opacos.

Os cristais de titanita são anédricos, com relevo e cor características, variando no comprimento de 1 a 0,5 mm, bastante fraturados.

O zircão ocorre juntamente com apatita, mais frequentemente como inclusões na biotita e hornblenda, porém também se encontra associado aos feldspatos.

Os minerais opacos, subédricos a anédricos e submilimétricos ocorrem disseminados na rocha.

Rocha; biotita hornblenda granito de textura granoblástica.

ANÁLISE QUÍMICA, POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PARA ELEMENTOS MAIORES.

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores do Perfil 35:
NEOSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico

Horizontes		Elementos maiores (%)										
Símbolo	Profundidade (cm)	SiO₂	Al₂O₃	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	TiO₂	P₂O₅	Fe₂O₃	Loi
A1	0-8	64,39	13,09	0,068	2,74	3,04	2,50	4,21	0,631	0,241	3,67	4,56
A2	8-16	66,46	14,02	0,051	2,47	2,47	2,58	4,40	0,574	0,094	3,50	2,35
Cr	16-30	67,48	13,91	0,050	2,03	2,24	2,50	4,86	0,504	0,102	3,03	2,32
Rocha	30+	62,84	13,95	0,081	3,93	3,54	3,07	4,67	0,694	0,340	4,81	1,02

ANEXO 5

LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico (Perfil 29)

Descrição macromorfológica;

Análise granulométrica;

Mineralogia das frações grossas;

Análise petrográfica do material de origem;

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores.

DESCRIÇÃO MACROMORFOLÓGICA

PERFIL É 29

DATA - 20.10.1998

CLASSIFICAÇÃO - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A moderado textura média cascalhenta/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado (SiBCS, 1999).

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Rodovia Cabrobó-Petrolina, a 17 Km da entrada principal de Cabrobó e 300m após a ponte sobre riacho, município de Cabrobó, PE. Coordenadas 8°30'10+S e 39°19'39+W.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -. Terço médio de encosta de elevação suave com 4% de declividade, sob vegetação de caatinga hiperxerófila.

ALTITUDE - 350 m

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Micaxistos e gnaisses do Pré-cambriano Indiviso.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito das rochas supracitadas com influência de material pedimentar no horizonte superficial.

PEDREGOSIDADE - Muito pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado com encostas convexas e geralmente longas a médias.

EROSÃO - Laminar moderada e em sulcos ocasionais.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva.

VEGETAÇÃO LOCAL - Caatinga hiperxerófila arbustiva (secundária) pouco densa com xique-xique, favela, umbuzeiro e catingueira.

USO ATUAL - Pecuária extensiva na vegetação natural.

CLIMA - BSw hqda classificação de Köppen. 2b da classificação de Gaussen.

DESCRITO E COLETADO POR - M. R. Ribeiro, J. F. W. Lima, L. B. de Oliveira e C. V. Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A - O-23 cm; bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmido), bruno (7,5 YR 5/4, seco); franco-argilo-arenosa cascalhenta; fraca pequena a média blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

2Bt- 23-46; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); argila; forte média prismática, composta de moderada pequena a média blocos angulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

2BC - 46-60 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/6); franco-argilo-arenosa; moderada média a grande prismática, composta de moderada média blocos angulares; superfícies de compressão comuns e fracas; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e ondulada (5-20 cm).

2Cr - 60-130 cm; rocha xistosa decomposta.

2R -130 cm,; rocha xistosa com muita muscovita, biotita e sericita.

RAÍZES - Muitas no A; poucas em 2Bt; raras em 2BC e 2Cr.

OBSERVAÇÕES - 1. Muitos poros no A; poros comuns em 2Bt e 2BC.

2. Em alguns trechos do corte o horizonte A apresentava pedregosidade da massa do solos, em outros apenas na superfície.

3. Pedregosidade, formando pavimento desértico, de calhaus de quartzo rolados e semi-desarestados.

4. Os primeiros 2 cm de A apresentam coloração mais escura.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise granulométrica do Perfil 29 - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g.kg ⁻¹)			
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
A	0-23	20	24	56	319	271	172	239
2Bt	23-46	0	0	100	261	139	139	461
2BC	46-60	0	0	100	285	193	200	322
2Cr	60-130	0	0	100	432	293	140	135

MINERALOGIA DAS FRAÇÕES GROSSAS

Horizonte A

Calhaus: Quartzo (90%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, sub-angulosos à sub-arredondados, recobertos, parcialmente por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Fragmentos de rochas** (8%): quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Traços: Minerais opacos**: sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosos**; **Agregados argilosos**; **Agregados manganosos**.

Cascalho: **Quartzo** (80%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, sub-angulosos à sub-arredondados, recobertos, parcialmente por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Fragmentos de rochas** (8%): quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Agregados manganosos** (7%); **Agregados argilosos** (4%); **Traços:** **Agregados/concreções ferruginosas;** **Muscovita;** **Minerais opacos:** com sinais de oxidação;

Areia Grossa: **Quartzo** (93%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Fragmentos de rochas** (3%): quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos e quartzo ± feldspatos ± anfibólios ± minerais opacos; **Traços:** **Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita;** **Cianita;** **Minerais opacos:** com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosas;** **Agregados argilosos;** **Agregados manganosos.**

Areia Fina: **Quartzo** (97%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Traços:** **Feldspatos:** parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Biotita:** parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita;** **Granada:** com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Zircão;** **Epidotos;** **Minerais opacos:** com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosas;** **Agregados argilosos;** **Agregados manganosos.**

Horizonte 2Bt

Areia Grossa: **Quartzo** (67%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Fragmentos de rochas** (27%): quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos e quartzo ± feldspatos ± anfibólios ± minerais opacos; **Feldspatos** (2%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços:** **Biotita:** parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Muscovita;** **Cianita;** **Anfibólios;** **Sillimanita;** **Granada:** com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Minerais opacos:** com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosas;** **Agregados argilosos;** **Agregados manganosos.**

Areia Fina: **Quartzo** (85%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Muscovita** (11%); **Feldspatos** (2%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços:** **Biotita:** parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Cianita;** **Granada:** com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Anfibólios;** **Epidotos;** **Minerais opacos:** com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosas;** **Agregados argilosos;** **Agregados manganosos.**

Horizonte 2BC

Areia Grossa: **Quartzo** (60%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Fragmentos de rochas** (12%): quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos e quartzo ± feldspatos ± anfibólios ± minerais opacos; **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Muscovita** (13%); **Traços:** **Biotita:** parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Cianita;** **Anfibólios;** **Sillimanita;** **Granada:** com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Clorita;** **Minerais opacos:** com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosas;** **Agregados argilosos;** **Agregados manganosos.**

Areia Fina: Quartzo (50%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Muscovita** (38%); **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita**: parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Granada**: com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Anfibólios; Minerais opacos**: com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos; Agregados manganosos**:

Horizonte 2Cr

Areia Grossa: Quartzo (55%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Fragmentos de rochas** (16%): quartzo ± muscovita ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos; **Muscovita** (17%); **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita**: parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Cianita; Sillimanita; Granada**: com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Clorita; Minerais opacos**: com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos; Agregados manganosos**.

Areia Fina: Quartzo (48%): ocorre em grãos individuais brancos a hialinos, angulosos à muito angulosos. Presença também de grãos que apresentam lineações de estiramento, forma tabular e outros com inclusões de minerais opacos; **Muscovita** (40%); **Feldspatos** (10%): parcialmente alterados com cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita**: parcialmente alterada apresentando cor marrom esverdeada; **Granada**: com sinais de alteração e liberação de óxido de ferro; **Sillimanita; Clorita; Minerais opacos**: com sinais de oxidação; **Agregados/concreções ferruginosos; Agregados argilosos; Agregados manganosos**.

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MATERIAL DE ORIGEM

P - 29R

Material de Origem: Plagioclásio (45%); **Quartzo** (40%); **Muscovita** (15%); e 5% de **Granada; Estaurolita; Sillimanita; Sericita; Biotita; Clorita; Cianita; Zircão; Apatita e Minerais opacos**.

O plagioclásio ocorre em cristais anédricos a subédricos, prismáticos a tabulares, com comprimento variando de 0,5 a 1,5 mm. Mostram acentuado processo de alteração para sericita e argilominerais (caulim ?).

O quartzo predomina junto com o plagioclásio na rocha. Ocorre sob a forma de cristais alongados, que variam de submilimétricos a até 1,5 mm de comprimento, orientados segundo a foliação e apresentam extinção ondulante.

A muscovita ocorre em lamelas subédricas variando de 0,5 a 2 mm de comprimento, orientadas segundo a foliação da rocha.

A granada ocorre em porfiroblastos anédricos, de até 0,5 mm de diâmetro, fraturados e com feições de desestabilização e liberação de ferro ao longo das fraturas. Feição semelhante é observada nos cristais de estaurolita, que ocorrem como porfiroblastos anédricos tabulares, de até 0,6 mm de comprimento, dispersos na rocha.

A sillimanita ocorre em cristais prismáticos subédricos de até 0,5 mm de comprimento, orientados segundo a foliação, com marcante processo de alteração para sericita. Também se observa sillimanita fibrosa.

A biotita ocorre em lamelas subédricas a anédricas, de comprimento de até 0,3 mm, de coloração marrom esverdeado, associado à clorita, resultante de sua alteração.

A cianita ocorre como cristais prismáticos anédricos a subédricos, de até 1,0 mm de comprimento, orientados segundo a foliação.

O zircão associa-se a muscovita em cristais submilimétricos e apatita ocorrem com inclusões.

Minerais opacos, submilimétricos, ocorrem associados a granada e a estaurolita nas fraturas ou dispersos na rocha.

Rocha: granada sillimanita muscovita gnaiss com textura granolepdoblástica, dada por foliação incipiente, evidenciada pela orientação preferencial de muscovita, grãos alongados de quartzo e sillimanita.

ANÁLISE QUÍMICA, POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PARA ELEMENTOS MAIORES.

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores do Perfil 29: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico

Horizontes		Elementos maiores (%)										
Símbolo	Profundidade (cm)	SiO₂	Al₂O₃	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	TiO₂	P₂O₅	Fe₂O₃	Loi
A	0-23	75,35	10,04	0,175	0,53	0,86	0,83	1,92	0,797	0,046	4,18	4,57
2Bt	23-46	60,41	17,74	0,131	1,04	0,38	0,66	2,07	1,005	0,043	8,83	7,04
2BC	46-60	59,47	17,28	0,133	1,40	0,45	0,90	2,27	1,028	0,040	8,85	6,55
2Cr	60-130	65,15	14,40	0,157	1,78	0,98	1,39	2,52	0,930	0,117	7,41	4,36
Rocha	130+	76,29	15,33	0,014	0,07	0,43	1,80	2,88	0,148	0,026	0,79	1,58

ANEXO 6

NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico (Perfil 34)

Descrição macromorfológica;

Análise granulométrica;

Mineralogia das frações grossas;

Análise petrográfica do material de origem;

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores.

DESCRIÇÃO MACROMORFOLÓGICA

PERFIL É 34

DATA . 20.05.1999

CLASSIFICAÇÃO - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado textura média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato xisto (SiBCS, 1999).

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS . Lado direito da rodovia BR 232, trecho Serra Talhada - Salgueiro a 28 km de Salgueiro e 74 km de Serra Talhada, município de Verdejante. Coordenadas 8°00'05+S e 38°53'09+W.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -. Corte de estrada em terço médio de encosta com 12% de declividade sob formação secundária de caatinga hiperxerófila.

ALTITUDE - 550 m .

LITOLOGIA E CRONOLOGIA . Pré-cambriano Grupo Cahoeirinha, biotita xisto.

MATERIAL ORIGINÁRIO . Saprolito de biotita xisto.

PEDREGOSIDADE - Muito pedregoso

ROCHOSIDADE . Não rochoso.

RELEVO LOCAL . Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL . Suave ondulado e ondulado.

EROSÃO . Laminar moderada.

DRENAGEM . Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA . Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva densa.

VEGETAÇÃO LOCAL É Caatinga arbustiva densa com catingueira, marmeleiro, favela, xiquexique, mandacaru, coroa-de-frade e canafístula.

USO ATUAL . Pecuária extensiva na caatinga.

CLIMA . BSwhqda classificação de Köppen. 4aTh da classificação de Gaussen.

DESCRITO E COLETADO POR - M. R. Ribeiro, J. F. W. de Lima, L. B. de Oliveira e C. V. Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A₁ - 0-8 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franca; fraca pequena a média granular e pequena blocos subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana;

AC - 8-23 cm; bruno-escuro (7,5 YR 3/4; úmido), bruno (7,5YR 5/4, seco); franca; fraca pequena blocos subangulares e angulares; muito dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana;

Cr - 23-39 cm; micaxisto intemperizado; transição abrupta e irregular (10-30 cm).

R É 39-75 cm+. micaxisto.

RAÍZES - Muitas no A₁; comuns no A₂(AC); poucas no Cr; raras no R, penetrando pelas linhas de orientação da rocha.

OBSERVAÇÕES - 1. Muitos poros no A₁ e AC.

2. Cr . Micaxisto decomposto de coloração brunada;

3. R . Micaxisto pouco intemperizado;

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise granulométrica do Perfil 34: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)			
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
A ₁	0-8	2	5	93	163	262	354	221
AC	8-23	4	11	85	167	300	287	246
Cr	23-39	1	9	90	179	262	288	271

MINERALOGIA DAS FRAÇÕES GROSSAS

Horizonte A₁

Calhaus: **Quartzo** (100%): ocorre como agregados policristalinos, subangulosos à subarredondados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular com lineação de estiramento.

Cascalho: **Fragmentos de rochas** (95%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo** (5%): ocorre como agregados policristalinos, subangulosos à subarredondados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular com lineação de estiramento; **Traços:** **Agregados argilo-ferruginosos.**

Areia Grossa: **Fragmentos de rochas** (85%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo** (13%): ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular e de cor cinza; **Traços:** **Granada:** com sinais de alteração para óxido de ferro; **Feldspatos;** **Muscovita;** **Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Clorita;** **Minerais opacos.**

Areia Fina: **Quartzo** (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular e de cor cinza; **Muscovita,** **Biotita** e **Clorita** (somam 1%); **Traços:** **Granada:** com sinais de alteração para óxido de ferro; **Feldspatos;** **Minerais opacos.**

Horizonte AC

Calhaus: **Quartzo** (99%): ocorre como agregados policristalinos, subangulosos à subarredondados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular com lineação de estiramento; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos.

Cascalho: **Fragmentos de rochas** (95%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo** (5%): ocorre como agregados policristalinos, subangulosos à

subarredondados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular com lineação de estiramento.

Areia Grossa: Fragmentos de rochas (90%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo (8%):** ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular e de cor cinza; **Traços: Granada:** com sinais de alteração para óxido de ferro; **Feldspatos; Muscovita; Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Clorita; Minerais opacos; Agregados argilo-ferruginosos.**

Areia Fina: Quartzo (95%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular e de cor cinza; **Muscovita, Biotita e Clorita (somam 3%); Traços: Granada:** com sinais de alteração para óxido de ferro; **Feldspatos; Minerais opacos; Agregados argilo-ferruginosos.**

Horizonte Cr

Calhaus: Fragmentos de rochas (90%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo (10%):** ocorre como agregados policristalinos, subangulosos à subarredondados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular com lineação de estiramento.

Cascalho: Fragmentos de rochas (99%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo (1%):** ocorre como agregados policristalinos, subangulosos à subarredondados, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular com lineação de estiramento

Areia Grossa: Fragmentos de rochas (85%): quartzo ± muscovita ± biotita ± clorita ± minerais opacos; **Quartzo (14%):** ocorre em grãos individuais e agregados policristalinos, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular e de cor cinza; **Traços: Granada:** com sinais de alteração para óxido de ferro; **Feldspatos; Muscovita; Biotita:** grãos alterados, apresentando cor marrom esverdeada; **Clorita; Minerais opacos.**

Areia Fina: Quartzo (96%): ocorre em grãos individuais, angulosos à muito angulosos, parcialmente recobertos por crosta de alteração de óxido de ferro. Presença também de quartzo tabular e de cor cinza; **Muscovita, Biotita e Clorita (somam 3%); Traços: Granada:** com sinais de alteração para óxido de ferro; **Feldspatos; Minerais opacos.**

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MATERIAL DE ORIGEM

P - 34R

Material de Origem: Quartzo (50%); Muscovita (25%); Biotita (15%); Clorita (10%); além de **Granada; Feldspatos; Apatita e Minerais opacos** como acessórios.

O quartzo ocorre em cristais anédricos, de até 0,4 mm de comprimento, constituindo agregados delgados lenticulares ou de forma tabular. Mostra sinais de deformação, recuperação e recristalização de grãos, tais como: extinção ondulante, sub-grãos, bandas de deformação e contatos poligonais. Ocorre disseminado na rocha, associado com as micas e a clorita, formando bandas ora mais ricas em quartzo ora mais rica em mica e clorita.

A biotita e a muscovita ocorrem em lamelas submilimétricas, anédricas a subédricas, orientadas e definindo uma foliação paralela ao bandamento composicional da rocha.

A clorita ocorre como lamelas submilimétricas, anédricas a subédricas, como produto da alteração da biotita.

Os feldspatos ocorrem em grãos anédricos, submilimétricos de até 0,3 mm de comprimento, que podem apresentar geminação de Carlsbad ou mostrar extinção concêntrica, sugerindo zonação.

A granada ocorre em grãos submilimétricos a até 0,5 mm, com extinção anômala e geminação setorial marcada pela orientação de inclusões de minerais opacos. Mostra sinais de alteração para óxido de ferro.

Observa-se a presença ainda, como acessórios, de apatita (cristais subédricos e submilimétricos) e de minerais opacos (cristais anédricos e submilimétricos).

A rocha trata-se de um granada biotita muscovita filito quartzoso com foliação paralela ao bandamento milimétrico. Observam-se feições de crenulação desta foliação com desenvolvimento local de clivagem.

ANÁLISE QUÍMICA, POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PARA ELEMENTOS MAIORES.

Análise química, por fluorescência de raios-X, para elementos maiores do Perfil 34:
NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico

Horizontes		Elementos maiores (%)										
Símbolo	Profundidade (cm)	SiO₂	Al₂O₃	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	TiO₂	P₂O₅	Fe₂O₃	Loi
A1	0-8	70,17	11,88	0,108	1,25	0,46	1,65	1,48	1,129	0,058	5,38	5,69
AC	8-23	71,26	12,40	0,102	1,24	0,28	1,54	1,54	1,104	0,050	5,61	4,56
Cr	23-39	67,72	14,22	0,103	1,42	0,22	1,45	1,75	1,054	0,052	6,35	4,98
Rocha	39+	61,21	16,19	0,191	3,29	1,08	2,27	2,48	0,864	0,392	7,48	3,66