

NELSON LUIZ CHODUR

**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS NA REGIÃO  
DE ARAUCÁRIA - CONTENDA - PR.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de mest. ...

CURITIBA  
1990

P A R E C E R

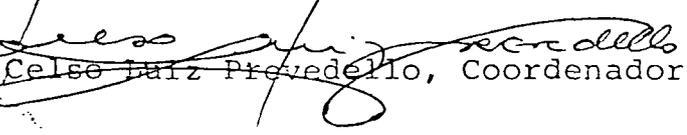
Os Membros da Comissão Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentado pelo candidato NELSON LUIZ CHODUR, com o título "Caracterização de Solos na Região de Araucária-Contenda-PR", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação, com o conceito "A", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 17 de dezembro de 1990.

  
Prof. Dr. Arthur Santos Filho, Presidente.

  
Prof. Dr. André Virmond Lima Bittencourt, 1º Examinador.

  
Prof. Dr. Helio Olympio da Rocha, 2º Examinador.

  
Prof. Dr. Celso Luiz Prevedello, Coordenador do Curso.



## AGRADECIMENTOS

O autor agradece:

- A todo o Corpo Docente do Curso de Pós-Graduação pela amizade e dedicação dispensadas.
- Ao Professor Dr. Arthur Santos Filho, pela orientação prestada, sugestões e críticas.
- Ao Professor Dr. Hélio Olympio da Rocha pela co-orientação, sugestões e informações.
- Aos colegas Hélio Luiz Bzineck, Luiz Claudio de Paula Souza, José de Deus Viana da Mata, Marcos Fernando Gluck Rachwal e Gustavo Ribas Curcio, pelo auxílio na descrição da morfologia dos perfis, e coleta de amostras.
- Ao Laboratório de Física do Solo, do Departamento de Solos da UFPR, ao Coordenador Prof. Dr. Marcos Luiz de Paula Souza e aos Laboratoristas Helio dos Santos e Rui Barbosa da Silva, pelo auxílio na realização das análises.
- Ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da UFPR, ao Coordenador Prof. Antonio Carlos Vargas Motta e aos Laboratoristas Sergio de Souza Anjos, Flori Roberto Barberi e Reginaldo Bodziak, pelas análises químicas realizadas.
- Ao Laboratório de Nutrição de Solos do Departamento de Solos da UFPR, ao Coordenador Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann e aos Laboratoristas Aldair Marty Munhoz e Cleuza Maria Barth, pelo auxílio nas análises realizadas.
- Ao Laboratório de Mineralogia de Solos do Departamento de Solos da UFPR, ao Coordenador Prof. Dr. Valmiqui Costa Lima, pelo auxílio na separação da fração argila.
- Ao Laboratório de Ótica de Raios-X e Instrumentação do Departamento de Física da UFPR, ao Coordenador Prof. Dr. Cesar Cusatis e ao Prof. Irineu Mazzaro pela difratometria de raios-X.
- Ao Laboratório de Mineralogia do Departamento de Geologia da UFPR, ao Prof. Paulo Cezar Gianini pelo auxílio na determinação dos minerais pesados.
- Ao Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR, ao Vice-Diretor, Prof. Robin Mario Hofmeister, pela obtenção das fotomicrografias eletrônicas.
- Ao Oto Laurentino Rosa pela confecção dos desenhos.
- Ao Romario Cardoso de Araujo pela digitação do texto.
- E extensivamente à todos aqueles que direta ou indiretamente corroboraram para a consecussão do presente trabalho.

Às minhas filhas

Andressa e Vanessa

dedico.

## SUMARIO

	AGRADECIMENTOS.....	ii
	DEDICATÓRIA.....	iii
	SUMARIO.....	iv
	LISTA DE FIGURAS.....	v
	LISTA DE QUADROS.....	vii
	LISTA DE ANEXOS.....	viii
	RESUMO.....	ix
1.	INTRODUÇÃO.....	01
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
3.	MEIO FÍSICO.....	13
3.1	Clima.....	13
3.2	Vegetação.....	14
3.3	Geologia.....	15
3.4	Relêvo.....	17
3.5	Solos.....	18
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1	Material.....	20
4.1.1	Solos.....	20
4.2	Métodos.....	20
4.2.1	Descrição morfológica.....	20
4.2.2	Preparo das amostras.....	22
4.2.3	Análises físicas.....	22
4.2.3.1	Granulometria.....	22
4.2.3.2	Densidade das particulas.....	22
4.2.4	Análises químicas.....	23
4.2.4.1	pH, Fósforo e Carbono.....	23
4.2.4.2	Acidez extraível, alumínio, cálcio+magnésio e potássio.....	23
4.2.4.3	Ferro, Alumínio e Manganês.....	24
4.2.5	Análises mineralógicas.....	24
4.2.5.1	Difratometria de raios-X da fração argila.....	24
4.2.5.2	Microscopia eletrônica da fração argila.....	25
4.2.5.3	Minerais pesados.....	26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1	Características morfológicas.....	27
5.2	Características físicas.....	29
5.3	Características químicas.....	33
5.4	Ferro Alumínio e Manganês.....	35
5.5	Características mineralógicas.....	41
6.	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	58
7.	CONCLUSÕES.....	60
	ANEXOS.....	62
	ABSTRACT.....	98
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01 - Localização dos perfis de solo estudados.
- FIGURA 02 - Distribuição vertical das diferentes frações granulométricas para os perfis estudados.
- FIGURA 03 - Distribuição vertical de Fe, Al e Mn nos perfis estudados.
- FIGURA 04 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos subhorizontes A<sub>12</sub> e B<sub>22</sub> do perfil 1.
- FIGURA 05 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos subhorizontes A<sub>1</sub>, (B)<sub>23</sub> e C<sub>1</sub> do perfil 2.
- FIGURA 06 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos subhorizontes A<sub>11</sub>, B<sub>21</sub> e B<sub>24</sub> do perfil 3.
- FIGURA 07 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos subhorizontes A<sub>12</sub> e B<sub>22</sub> do perfil 4.
- FIGURA 08 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos subhorizontes A<sub>12</sub>, B<sub>21</sub>, C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> do perfil 5.
- FIGURA 09 - Difractogramas de raios-X dos subhorizontes mais argílicos dos perfis estudados.
- FIGURA 10 - Fotomicrografias eletrônicas da fração argila.
- FIGURA 11 - Fotomicrografias dos minerais pesados.
- FIGURA 12 - Histogramas representando o espectro de minerais pesados (%) para alguns subhorizontes dos solos estudados.
- FIGURA 13 - Difractogramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>12</sub> do perfil 1.

- FIGURA 14 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $B_{22}$  do perfil 1.
- FIGURA 15 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $A_1$  do perfil 2.
- FIGURA 16 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $A_{1b}$  do perfil 2.
- FIGURA 17 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $(B)_{23}$  do perfil 2.
- FIGURA 18 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $C_1$  do perfil 2.
- FIGURA 19 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $A_{11}$  do perfil 3.
- FIGURA 20 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $B_{21}$  do perfil 3.
- FIGURA 21 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $B_{24}$  do perfil 3.
- FIGURA 22 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $A_{12}$  do perfil 4.
- FIGURA 23 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $B_{22}$  do perfil 4.
- FIGURA 24 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $A_{12}$  do perfil 5.
- FIGURA 25 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $B_{21}$  do perfil 5.
- FIGURA 26 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $C_1$  do perfil 5.
- FIGURA 27 - Difratoqramas de raios-X com os diversos tratamentos do subhorizonte  $C_2$  do perfil 5.

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Variabilidade da difração de raios-X nos diversos tratamentos para os diferentes argilo minerais.

QUADRO 2 - Características físicas dos perfis 1, 2, 3, 4 e 5.

QUADRO 3 - Características químicas dos perfis 1, 2, 3, 4 e 5.

QUADRO 4 - Fe, Al e Mn extraídos com ditionito, pirofosfato, oxalato e digestão total para os perfis 1, 2, 3, 4 e 5.

QUADRO 5 - Quocientes  $Fe_o/Fed$ ,  $Al_o/Ald$ ,  $Mn_o/Mnd$  e  $Fed/Fet$ ,  $Ald/Alt$  e  $Mnd/Mnt$ . para os perfis 1, 2, 3, 4 e 5.

QUADRO 6 - Quantidades de minerais pesados em (%).

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Descrição morfológica dos perfis 1, 2, 3, 4 e 5.

ANEXO 2 - Quadros dos resultados analíticos.

ANEXO 3 - Difractogramas de raios-X para os subhorizontes selecionados com os diferentes tratamentos.

## RESUMO

Foram realizadas análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas em cinco perfis de solo, situados nos Municípios de Araucária e Contenda, PR. O objetivo principal foi o de caracterizá-los sob vários aspectos, enquadrá-los no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e definir sua gênese. Dentre os solos, quatro perfis, foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo e um como Cambissolo. Na região o clima é tido como Cfb (Koeppen) e a fase de vegetação subtropical perenifolia, com relevo ondulado a suave ondulado. O material de origem encontrado, é tido como sendo o retrabalhamento de migmatitos alterados. De um modo geral os quatro perfis de Latossolo se comportaram de maneira aproximadamente homogênea quanto às características analisadas. Entretanto o perfil 2 (Cambissolo), embora com uma pedogênese semelhante aos outros, apresenta-se com algumas características diferenciadas, tais como granulometria, capacidade de troca catiônica, valor m, conteúdo dos óxidos de Fe, Al e Mn, além de diferenças morfológicas. No Cambissolo, o teor de argila é menor, e a CTC em 100g de argila embora se apresente com valores baixos, é mais alta em relação aos outros perfis. Suas principais diferenças morfológicas em relação aos latossolos, são as cores mais pálidas, menor espessura e ausência de friabilidade. Todos os cinco perfis analisados demonstraram baixa relação silte/argila, baixa CTC, baixos quocientes  $F_{eo}/F_{ed}$  e elevados quocientes  $F_{ed}/F_{et}$ . A difração de raios-X e microscopia eletrônica da fração argila, deferrificada e livre de matéria orgânica, demonstraram que os solos são essencialmente cauliniticos com quantidades bem menores de gibbsita e vermiculita com hidroxila interlamelar. No espectro dos minerais pesados há um predomínio do zircão sobre os outros minerais. Estes dados evidenciaram um elevado grau de intemperismo para estes solos, além de variação no material de origem, principalmente no Cambissolo onde há uma maior quantidade de esqueleto do solo cuja composição é essencialmente quartzo. Isto pode ser atribuído aos veios pegmatíticos que ocorrem nas rochas do complexo cristalino.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre gênese de solos, de um modo geral são poucos na bibliografia brasileira. Entretanto a pedogênese reveste-se de muita importância pois é a base para o entendimento dos fatores de formação do solo e sua evolução.

A região de ocorrência dos cinco perfis analisados pertence ao Primeiro Planalto Paranaense, e está localizada a Sudoeste da Cidade de Curitiba. Além de trabalhos de levantamento, não foi palco ainda de investigações mais pormenorizadas em seus solos.

A finalidade principal deste estudo, é a de contribuir para o conhecimento pedológico da região, através da classificação de seus solos e determinação de seu grau evolutivo.

O objetivo é alcançado com base na descrição morfológica e dados obtidos nas análises físicas, químicas e mineralógicas para os subhorizontes de cada perfil de solo.

Os indícios do intemperismo apresentado, podem ser obtidos pela granulometria, relação silte/argila, CTC, Feo/Fed, Fed/Fet, e comprovados pelos difratogramas de raios-X e microscopia eletrônica da fração argila.

Através dos resultados, pôde-se classificar os solos e elucidar sua pedogênese, analisando cada perfil em

particular e comparando-os entre si.

Sendo este um trabalho de base, acredita-se que poderá servir como apoio para futuras investigações quanto à utilização destes solos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os primeiros trabalhos de levantamentos na região devem-se à OLIVEIRA (1925) com o Mapa Geológico do Estado do Paraná na escala 1:1.000.000. Em 1927, este mesmo autor fez referências aos migmatitos e rochas associadas, e às argilas verdes e vermelhas que ocorrem em Araucária como sedimentos da Bacia de Curitiba. No Mapa Geológico do Estado do Paraná, escala 1:750.000 MAACK (1953), denominou de Complexo Cristalino ainda não estudado as rochas migmatíticas encontradas.

Os sedimentos que ocorrem na Bacia de Curitiba, foram melhor estudados por BIGARELLA e SALAMUNI (1962), os quais lhe atribuíram a denominação de Formação Guabirotuba com idade plio-pleistocênica.

BIGARELLA e MOUSINHO (1965), se referem ao modelado do relevo na região, como produto das alternâncias climáticas que ocorreram no passado (quaternário).

Um mapeamento mais detalhado (1:50.000), foi executado por MARINI (1967) e TREIN (1967), nas fôlhas de Araucária e Contenda e a litologia foi descrita como composta principalmente por migmatitos do tipo homogêneo e heterogêneo, rochas ultrabásicas, xistos magnesianos, diques de rochas básicas, sedimentos da Bacia de Curitiba e aluviões.

Os aspectos físicos regionais foram levantados por MAACK (1981), o qual classifica o clima como Cfb, vegetação do

tipo subtropical perenifolia e relevo ondulado a suave ondulado.

BECKER (1982), subdividiu as sequências arenosas incipientemente estratificadas de coloração avermelhada e contendo seixos de natureza variada, como sendo uma formação distinta da Formação Guabirotuba subjacente, separadas por discordância erosiva. Esta nova unidade foi denominada de Formação Tinguiç, e constituiu-se de sedimentos depositados em épocas de semi-aridez.

Em termos de levantamentos geológicos, MINEROPAR, (1989), compôs o mapa do Estado do Paraná na escala 1:650.000 com pequenas modificações e atualizações referentes ao trabalho de MAACK (1953). Litologicamente classificou a região como sendo constituída por migmatitos oftálmicos e embrechitos com paleossoma de biotita-gnaïsse, biotita-hornblenda-gnaïsse e hornblenda gnaïsse com quartzitos locais, as datações feitas com Rubídio-Estrôncio acusam uma idade de 2.200 m.a. para estas rochas, as quais pertencem ao complexo migmatítico costeiro. As outras litologias descritas são os sedimentos da Formação Guabirotuba compostos de argilitos, arcósios e margas com ocorrência de carbonatos de terras raras como a lantanita, além de sedimentos recentes ou aluviões às margens dos grandes rios.

Quanto aos solos, EMBRAPA (1984) fez os levantamentos de reconhecimento para todo o Paraná, o que contribuiu para o conhecimento da distribuição dos solos no Estado, além de correlacionar as diferentes classes de solos com os diversos materiais de origem e a posição ocupada no

relêvo. Para a região em estudo, foram classificados principalmente os seguintes solos: Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Cambissolo Álico e Solos Litólicos, além de muitas transições e inclusões nas várias unidades mapeadas.

Os trabalhos com estudos mais aprofundados sobre os solos no Estado do Paraná, principalmente os que dizem respeito à caracterização genética, são relativamente poucos, embora este tipo de pesquisa traga grandes contribuições ao melhor entendimento dos fatores de formação do solo e de seu atual estágio de evolução.

Os solos que ocorrem na região da Bacia de Curitiba (Rubrozem) foram investigados quanto à sua pedogênese por COSTA LIMA (1974), o qual encontrou uma origem poligenética para os mesmos e que estes solos estão com um nível médio de intemperismo sendo pouco evoluídos mineralogicamente. Para realizar este estudo, utilizou principalmente de caracterizações físicas, químicas, morfológicas, mineralógicas e micropedológicas. A mineralogia da fração argila foi determinada por difratometria de raios-X, análise térmica diferencial e microscopia eletrônica.

COSTA LIMA et al. (1977), se referem aos minerais de argila do Rubrozem onde encontraram evidências de que a montmorilonita e mica são herdadas do material de origem enquanto que a caulinita e gibbsita são de origem pedológica. Afirmaram que as variações mineralógicas das argilas nos perfis são determinadas por diferenças litológicas e confirmam um estágio médio de intemperismo entre

montmorilonítico e caulinitico além de considerarem os solos como moderadamente evoluídos mineralogicamente.

Em estudos dos perfis de Rubrozem na Bacia de Curitiba, VOLKOFF e MELFI (1980), caracterizam a evolução mineralógica da fração argila nestes solos, encontrando uma paragênese de forte dessilicificação.

Alguns solos representativos do Estado do Paraná foram caracterizados por SANTOS FILHO (1977) o qual estabeleceu critérios mineralógicos para sua classificação, além de uma avaliação provisória da fertilidade. Neste trabalho ficou evidenciado que solos derivados de materiais de origem bastante diferentes como arenito e basalto, possuem resultados analíticos muito diferenciados. Solos bem evoluídos com argila de baixa atividade ou cauliniticos, apresentam baixos quocientes  $Fe_0/Fed$ , baixa CTC e elevado  $Fed/Fet$ , em solos menos evoluídos, ocorre o inverso. O Fe, Mn e Ti total estão presentes em maior quantidade nos solos de basalto, assim como a maior CTC, evidenciando influências do material de origem.

COSTA LIMA (1979) e COSTA LIMA et al. (1984) realizaram estudos em quatro perfis de solo derivados de rochas básicas no Sudoeste Paranaense, mediante análises das características morfológicas, químicas, granulométricas e mineralogia de argilas, além dos óxidos de Fe, Al e Mn, com o objetivo de correlacionar os solos com a posição ocupada na paisagem. Os solos das superfícies mais antigas apresentaram material amorfo e caulinita, enquanto nas superfícies mais recentes foram encontrados, material amorfo e montmorilonita.

COSTA LIMA (1979), objetivando correlacionar as características pedológicas e sua evolução com a posição ocupada na paisagem, em solos derivados de eruptivas básicas no Terceiro Planalto Paranaense, realizou análises detalhadas nestes solos. Observou estreita ligação das características dos solos com sua posição no relevo.

Na região de Curitiba, ROCHA (1981) realizou uma investigação detalhada em solos derivados de diferentes litologias como argilitos e migmatitos, com o intuito de contribuir para o conhecimento de sua gênese, classificar os solos e entender as relações solo-unidades geomorfológicas. Para isto realizou análises químicas, físicas e mineralógicas nos subhorizontes dos solos. As caracterizações genéticas foram baseadas principalmente nos resultados da CTC, relação silte/argila, relações entre óxidos de Fe, Al e Mn, difratometria de raios-X da fração argila, além de análises de minerais pesados.

Os solos de sete perfis na região de Foz do Iguaçu Paraná, foram estudados por SANTOS FILHO e ROCHA (1981a, 1981b, 1981c) e SANTOS FILHO et al. (1983). Além de suas características químicas, físicas, morfológicas e mineralógicas, estes solos foram relacionados com a posição ocupada na paisagem. Os resultados encontrados demonstraram que os solos das porções mais elevadas são mais ricos em argila e com relação silte/argila e CTC menores, onde provavelmente refletem o grau de intemperismo das superfícies mais antigas. Os óxidos de Fe, Al e Mn acusaram diferenças nos teores com a distribuição vertical ao longo e entre os perfis.

Com isto foi possível inferir-se o grau de intemperismo e correlacioná-los às superfícies de erosão. Na análise total, os teores de  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MnO_2$  e  $TiO_2$  são mais elevados nos solos derivados de rochas básicas, demonstrando influências do material de origem. O ferro livre apresentou teores baixos nos solos derivados de sedimentos arenosos (2.400 a 5.400 mg/100g) em relação aos solos derivados de eruptivas básicas (7.500 a 15.500 mg/100g), em todos os perfis os óxidos extraídos com o pirofosfato diminuem seu teor em profundidade, demonstrando que estão ligados à compostos orgânicos. Nos solos mais evoluídos morfologicamente, constata-se um maior grau de intemperismo com presença de caulinita e gibbsita, confirmados também pelo grau de cristalização do ferro.

Na caracterização de um solo Podzólico Vermelho Amarelo na região da Lapa, Paraná, SANTOS FILHO et al. (1982), utilizando-se de análises granulométricas, carbono orgânico, etc em 100g de argila e determinações de  $F_{ed}$ ,  $F_{ep}$ ,  $F_{eo}$  e  $F_{et}$ , encontraram menor intemperismo no horizonte A. O horizonte B textural foi caracterizado por apresentar maiores concentrações de argila, ferro livre e ferro total.

ROCHA et al.(1982) estudaram a composição química total de latossolos da região de Curitiba e Castro no Paraná. Os Solos de Castro demonstraram maior grau de intemperismo e maior fertilidade, o que pode ser correlacionado com o material de origem e o tipo de superfície.

SANTOS FILHO et al. (1982) caracterizaram um Cambissolo derivado de migmatitos na região de Contenda Paraná, obtendo-se que os solos evidenciam baixo grau de

desenvolvimento morfológico e genético. O horizonte B câmbico apresentou pouca espessura, elevada relação silte/argila e baixa relação Fed/Fet.

SANTOS FILHO e ROCHA (1983), estudando um Latossolo Vermelho Escuro na região de Araucária Paraná, derivado de migmatitos, encontraram elevado grau de intemperismo, o qual foi evidenciado pelas baixas relações silte/argila, Feo/Fed e valores de CTC, com elevada relação Fed/Fet.

A influência de sedimentos arenosos na formação de solos no Oeste do Paraná, foi investigada por SANTOS FILHO (1984), o qual utilizou-se de análises físicas, químicas e difração de raios-X na fração argila. Observou que em um latossolo vermelho escuro com alto teor de argila e ferro, além de sedimentos arenosos, também as rochas básicas influenciaram na sua origem.

COSTA LIMA e COSTA LIMA (1985), estudaram sob o ponto de vista mineralógico um Cambissolo derivado de filito na região de Curitiba, Paraná. Constatou-se que pelo intemperismo, a muscovita altera-se para mica-vermiculita e vermiculita com hidroxila interlamelar. Já a caulinita e gibbsita são produtos da intemperização de minerais tais como feldspatos, os quais estariam na rocha original.

CAMARGO (1986), estudou as relações entre solos, superfícies geomorfológicas e geologia em Arapoti, Paraná. Para tanto, realizou análises detalhadas onde concluiu que as relações silte/argila e CTC em 100g de argila foram úteis para a caracterização dos solos das superfícies geomórficas.

Relacionando solos com vertentes em Umbará-Curitiba

no Paraná, PASSOS (1986) estudou o estágio de desenvolvimento de alguns solos utilizando-se de dados analíticos físicos, químicos e óxidos de Fe Al e Mn, além de uma detalhada revisão dos trabalhos anteriores.

Em outras regiões do Brasil, os trabalhos relativos à caracterização de solos visando definir sua evolução genética e índice de intemperismo à exemplo do que está ocorrendo em outros países, vem ganhando importância cada vez maior nos últimos anos. Entre outros destacam-se os seguintes trabalhos:

DEMATTE et al. (1977) realizaram análises mineralógicas na fração argila em alguns perfis de solo no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, onde encontraram uma sequência completa de transformações, ou seja: mica - vermiculita - caulinita - gibbsita. Nos solos mais evoluídos a caulinita é o mineral mais estável, tendo em vista sua dominância em relação a menores quantidades de gibbsita.

KAMPF e KLAMT (1978) utilizando-se de difratometria de raios-X e métodos químicos, estudaram latossolos e solos podzólicos da região Nordeste do Planalto Sul-Riograndense. Os argilo minerais determinados foram a caulinita, haloisita, materiais amorfos e óxidos livres de ferro, além de minerais do tipo 2:1, gibbsita, quartzo, cristobalita e plagioclásios.

Outro estudo de caracterização genética e classificação de solos, foi realizado por TIÉ-BI-YOUAN et al. (1983), no litoral sul de São Paulo, onde encontrou-se na fração argila os minerais mica, vermiculita, vermiculita cloritizada e caulinita. Este trabalho foi realizado em solos

derivados da Formação Pariqueira Açu, que segundo BIGARELLA et al. (1965) seria correlacionada à Formação Guabirota na Bacia de Curitiba.

KAMPF e SCHWERTMANN, (1983) relacionaram os óxidos de ferro com a cor de solos cauliniticos do Rio Grande do Sul. E concluíram que não há relação entre o matiz MUNSELL e o teor de ferro, onde nos solos derivados de arenito/basalto e riolito-dacito mostram a mesma amplitude de cores do basalto, apesar do maior teor em ferro deste último. Concluíram que a cor dos solos não é determinada apenas pelo teor de óxidos de ferro, mas sim pelo seu tipo e pelo teor de hematita.

CURI et al. (1984) afirmam que os solos das encostas superiores e inferiores do Nordeste, no Rio Grande do Sul, se diferenciam em suas características morfológicas, químicas e mineralógicas, e estas diferenças são condicionadas pelo material de origem e clima regional.

Os solos derivados da Formação Marília da região de Monte Alto, São Paulo, foram estudadas por RUEDA e DEMATTÊ, (1984), através de análises morfológicas, granulométricas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas, onde procurou-se observar a influência do material de origem na formação de um horizonte B textural.

Os latossolos do Brasil Sudeste e Sul, foram investigados quanto aos óxidos de ferro por KAMPF et al. (1988). Os óxidos predominantes nestes solos foram a goethita e a hematita, quantificados por difratometria de raios-X. Os autores sugerem três subclasses para os latossolos, a goethítica para solos amarelos, a hematítica para solos

vermelhos e a criptogoethitica para solos vermelho-amarelos.

Ainda nos latossolos do Sudeste e Sul do Brasil, ANTONELLO et al. (1988) realizaram análises mineralógicas em argilas deferrificadas de seus horizontes B. Os perfis estudados estão localizados nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Verificou-se que aproximadamente 20% dos latossolos em análise são predominantemente gibbsíticos, cerca de 20% apresentam-se com altos teores de caulinita e gibbsita e em torno de 60% dos solos são caulíniticos. A vermiculita com hidroxila interlamelar foi detectada em cerca de 40% dos latossolos. Na microscopia eletrônica, a fração argila se mostrou com predominância de partículas placóides. Concluiu-se então que a estruturação fraca / moderada observada em alguns latossolos não se deve à minerais de argila do tipo haloisita, e ainda que nos solos investigados houve um forte processo de dessilicificação, porém não completa.

O material de origem dos diversos latossolos como gnaisses, migmatitos, sedimentos argilo-arenosos, argilitos, arenitos e basaltos, podem formar solos com a mesma predominância na mineralogia de argilas e vice-versa. Isto demonstra a importância dos outros fatores de formação do solo na gênese dos minerais de argila.

### 3. MEIO FÍSICO

#### 3.1 Clima

De acordo com a Divisão Climática do Estado do Paraná (MAACK, 1981), baseada na classificação de KOEPPEN, a região em estudo pertence ao tipo climático Cfb. Ainda, segundo o mesmo autor os dados disponíveis correspondentes à estação meteorológica de Araucária, demonstram que a precipitação média anual é de 1343mm, tendo o máximo pluviométrico nos meses de setembro a outubro. Trata-se de chuvas frontais cujo mecanismo é decorrente das incursões da massa polar no domínio da massa tropical atlântica. Pelo menos um período de estiagem durante o ano é esperado, porém é possível épocas secas ou semi-úmidas em dois períodos: março, abril e maio; julho, agosto e setembro. A força dos ventos na região, segundo a escala Beaufort, atinge média de 2,9 durante o ano. Os ventos de SE e NE atuam originados pelo anticiclone do Atlântico Sul.

A porção Sul do Primeiro Planalto Paranaense encontra-se sob ação do Anticiclone do Atlântico Sul que dá origem à Massa Tropical Atlântica e do Anticiclone Migratório Polar que origina a massa Polar Atlântica e a respectiva frente polar. Ocasionalmente outros centros podem ter atuação

na região como é o caso do Centro de Baixa Pressão do Chaco.

Os microclimas locais estão diretamente relacionados às altitudes topográficas e à orientação das linhas de relevo.

### 3.2 Vegetação

Na região em estudo a vegetação original é classificada como Floresta Subtropical Perenifolia (EMBRAPA, 1984). Este tipo de vegetação possui como característica maior resistência a climas frios que as florestas tropicais. Comparando-as são de coloração clara, mais rala e menos exuberantes. Com poucas excessões o domínio é de árvores de médio porte em geral. O pinheiro, *Araucária angustifolia*, comum neste tipo de vegetação se destaca por seu grande porte. O ciclo vegetativo da maioria das espécies é determinado fundamentalmente pelas baixas temperaturas dos meses de inverno .

Segundo MAACK (1981), a mata original apresenta três níveis ou estratos que podem ser divididos. O nível superior é constituído por araucária, imbuia, cedro, canela e outras espécies folhosas de grande porte. O nível médio é composto por podocarpus, pimenteira, guaramirim, erva-mate, caroba, bracatinga, guaviroba além de outras. O nível inferior é constituído por ervas, arbustos e gramíneas em geral.

Atualmente a vegetação nativa se restringe a pequenos núcleos semi-intactos, e no restante, aparece a mata secundária composta principalmente por bracatinga, vassourão branco, pau toucinho e canela sebo.

### 3.3 Geologia

A porção Sudoeste do Primeiro Planalto Paranaense está representada litologicamente por migmatitos e gnaisses granitizados do complexo cristalino (OLIVEIRA (1925, 1927) e MAACK (1953), rochas associadas aos migmatitos como xistos magnesianos, anfibolitos e quartzitos, diques de rocha básica, sedimentos plio-pleistocênicos da Formação Guabirotuba (MARINI, 1967 e TREIN, 1967) e sedimentos da Formação Tinguis (BECKER, 1982), além de sedimentos holocênicos correspondendo aos aluviões.

Quanto aos migmatitos que ocorrem na região, são constituídos mineralogicamente por quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclínio, biotita, hornblenda e granada, além de minerais acessórios como o esfeno, zircão, apatita, clorita, pistacita, alanita, zoizita, opacos, sericita, calcita e muscovita, com porções variadas de cada uma destas espécies minerais.

Atualmente o conceito de migmatito está bastante evoluído, JOHANNES (1983) retomando os termos de MEHNERT (1978) adota uma terminologia exclusivamente descritiva, substituindo para as faixas escuras originalmente designadas por paleossoma, como nesossoma, reconhecendo a existência de faixas estreitas de melanossoma, e mantendo o termo leucossoma para as faixas claras.

As outras litologias associadas aos migmatitos são os xistos magnesianos constituídos principalmente por talco, tremolita, actinolita, hornblenda, clorita e serpentina. Os anfibolitos, constituídos por hornblenda, quartzo,

plagioclásio, apatita, titanita e opacos. Os quartzitos possuem granulação média a fina e comumente apresentam-se friáveis podendo conter além de quartzo, o feldspato, biotita, muscovita, opacos e zircão.

As rochas básicas, de idade juro-Cretácea, apresentam-se na forma de diques e são constituídas principalmente por plagioclásio, piroxênio e anfibólio além de acessórios como opacos, quartzo e apatita. As rochas que formam os diques básicos são classificadas como diabásio diorito e gabro.

A Formação Guabirotuba, foi o termo utilizado por BIGARELLA e SALAMUNI (1962) para designar os sedimentos pleistocênicos da Bacia de Curitiba. Esta formação consiste de sedimentos clásticos formados preferencialmente em clima seco que ocorre em discordância sobre as rochas do complexo cristalino. Estes depósitos compreendem sequências litológicas onde predominam argilitos de coloração cinza esverdeada e areias arcossianas com 20 a 40% de feldspato.

BECKER (1982) subdividiu a Formação Guabirotuba em duas unidades distintas separadas por discordância erosiva, sendo a unidade superior caracterizada por uma coloração avermelhada a qual foi denominada de Formação Tinguís.

Os depósitos Holocênicos ocorrem nas planícies aluviais principalmente ao longo do Rio Iguazu (MINEROPAR 1989).

### 3.4 Relêvo

A região onde encontram-se os perfis de solo estudados, está localizada na porção sul do Primeiro Planalto Paranaense. O relêvo desta região segundo MAACK (1981) é aplainado no conjunto, porém no detalhe mostra feições de moderadamente acidentado, ou seja um relêvo ondulado. A região é representada por uma superfície de eversão esculpida por processos morfoclimáticos abaixo da superfície de aplainamento pré-Devoniana e que está em pleno processo de reentalhamento.

A paisagem é constituída por colinas baixas e arredondadas do tipo "meia laranja", formadas sobre os migmatitos, regiões mais aplainadas quase tabuliformes sobre a Formação Guabirotuba, além das planícies aluviais do Rio Iguaçu e seus afluentes (MARINI, 1967).

Para BIGARELLA, et al. (1965) o modelado do relevo se deve à alternância de dois processos morfogenéticos diferentes. Um operando durante o clima semi-árido (período glacial), causando predominância do intemperismo físico e, outro em condições de clima úmido (período interglacial), originando intemperismo preferencialmente químico com erosão linear e profunda dissecação no terreno.

Na região não se depara com acidentes de relêvo com expressão e as altitudes variam de 870m a 960m.

### 3.5 Solos

No Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná realizado pela EMBRAPA (1984), foram encontrados para a área, nas proximidades dos pontos estudados, os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho-Amarelo representado pelo LVA1 que corresponde ao Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado. As variações constituem-se de solos intermediários para Cambissolo Álico textura argilosa e solos intermediários para Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa. E como inclusões podem ocorrer Cambissolo Álico, Podzólico Vermelho-Amarelo Álico textura média e Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa.

Outra unidade mapeada é o LVA5 que corresponde ao Latossolo Vermelho-Amarelo Álico Podzólico A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado. São derivados de migmatitos e rochas do complexo cristalino. Como variações tem-se solos intermediários para Podzólico Vermelho-Amarelo Álico textura argilosa, solos intermediários para Cambissolo Álico textura argilosa e o Podzólico Vermelho-Amarelo Álico textura argilosa.

O LVA6 é uma unidade que ocorre também na região e é denominada de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico pouco profundo A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado e ondulado. As variações constituem-se de solos transicionais para Cambissolo Álico textura argilosa, solos transicionais para solos com B textural, solos mais profundos com grau de intemperização

mais avançado e solos com horizonte A menos desenvolvido. Como inclusões ocorrem o Cambissolo Álico, solos Litólicos Álicos e Podzólico Vermelho-Amarelo Álico.

A outra classe de solos mapeada na área, é o Podzólico Vermelho-Amarelo, representado pela unidade PVA17 que corresponde a associação Podzólico Vermelho-Amarelo Álico Tb textura média/argilosa relevo forte ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico textura argilosa relevo ondulado, ambos A moderado fase floresta subtropical perenifólia. Ocorrem em proporção aproximada de 55 a 45% respectivamente e são derivados de rochas do complexo cristalino. Constituem inclusões nesta unidade os solos Litólicos e Cambissolo.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Material**

#### **4.1.1 Solos**

Os solos utilizados como material do presente estudo foram coletados de cinco perfis selecionados na região de Araucária e Contenda no Estado do Paraná. Sua localização consta na Fig. 1.

Nos perfis 1, 3 e 5 foram abertas trincheiras com aproximadamente 1,80m de profundidade, e nos perfis 2 e 4 utilizou-se de cortes à beira de estrada.

### **4.2 Métodos**

#### **4.2.1 Descrição morfológica**

As descrições morfológicas dos diferentes perfis foram realizadas conforme as recomendações de LEMOS e SANTOS (1984).

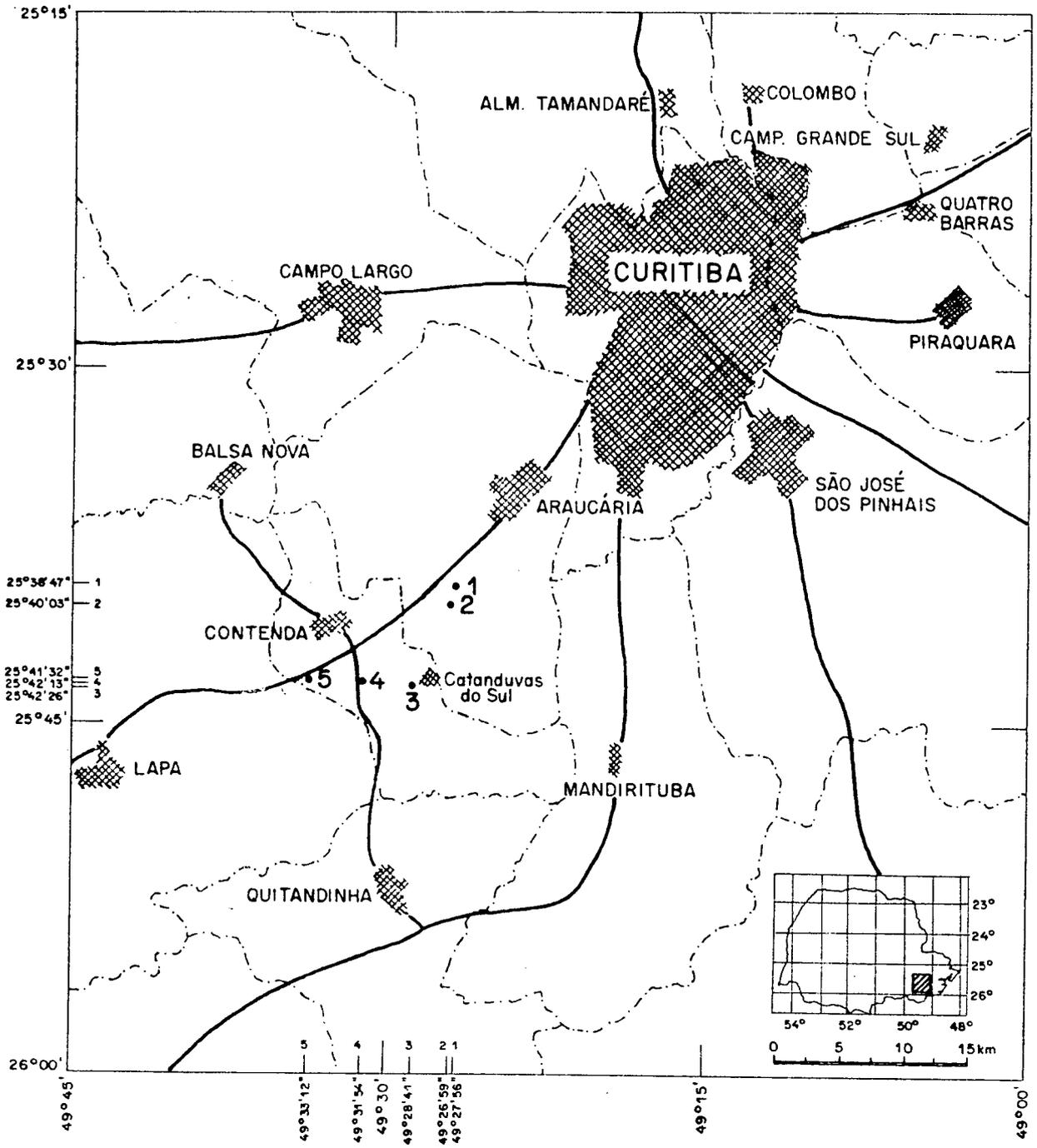


Figura 01:  
Localização dos perfis de solo estudados. (Modificado do Mapa do Estado do Paraná - ITC 1983/84  
escala 1/500.000).

#### 4.2.2 Preparo das amostras

As amostras de solos foram secas ao ar, destorroadas e tamizadas à 2mm, para posteriores determinações analíticas.

Para as análises dos óxidos pedogenéticos e análise química total, a terra fina seca ao ar foi moída e tamizada a 0,2mm.

#### 4.2.3 Análises físicas

##### 4.2.3.1 Granulometria

Para a obtenção dos dados referentes à granulometria, utilizou-se o método da pipeta conforme EMBRAPA (1979). O dispersante utilizado foi o NaOH 1N exceto para as amostras dos horizontes C, onde se fez uso do Calgon. A dispersão mecânica foi conseguida pela agitação durante 15 minutos. Foram separadas 4 frações granulométricas: areia grossa, areia fina, silte e argila; e calculadas as relações silte/argila.

##### 4.2.3.2 Densidade das partículas

A análise foi realizada pelo método do balão volumétrico e álcool etílico absoluto segundo metodologia preconizada pela EMBRAPA (1979).

#### 4.2.4 Análises químicas

##### 4.2.4.1 pH, Fósforo e Carbono

O pH em água e KCl 1N foi determinado potenciométricamente utilizando-se solução sólido-líquido de 1:2,5 conforme EMBRAPA (1979).

Para o fósforo assimilável utilizou-se do método colorimétrico com uso do molibdato de amônio EMBRAPA (1979).

O carbono orgânico foi obtido pela oxidação da matéria orgânica com bicromato de potássio 0,4N em meio ácido. EMBRAPA (1979).

##### 4.2.4.2 Acidez extraível, alumínio, cálcio+magnésio e potássio.

A acidez extraível ( $H^+$  +  $Al^{+++}$ ) foi obtida com a utilização do acetato de cálcio 1N de pH 7 e titulada a acidêz resultante com NaOH e fenoftaleína como indicador.

O  $Al^{+++}$  e  $Ca^{++}$  +  $Mg^{++}$  foram obtidos a partir da extração com solução de KCl 1N de 1:10. Em uma alíquota foi determinado o  $Al^{+++}$  pela titulação da acidêz com NaOH 0,025N e azul bromotimol como indicador. Em outra alíquota o  $Ca^{++}$  +  $Mg^{++}$  foi obtido por complexometria com EDTA 0,0125M.

O  $K^+$  foi extraído com KCl 0,025N e  $H_2SO_4$  0,05N determinado por fotometria de chama, EMBRAPA (1979). Em seguida calculou-se os seguintes valores:

$$S = Ca^{++} + Mg^{++} + K^+$$

$$CTC = S + H^+ + Al^{+++} \text{ em } 100g \text{ de solo e } 100g \text{ de argila}$$

$$V\% = 100 \times S / CTC$$

$$m = 100 \times Al^{+++} / (Al^{+++} + S)$$

#### 4.2.4.3 Ferro, Alumínio e Manganês

O Fe, Al e Mn foram extraídos com ditionito de sódio conforme MEHRA e JACKSON (1960) com pirofosfato de sódio conforme BASCOMB (1968) e com oxalato de amônio segundo o método de SCHWERTMANN (1964).

A digestão total do Fe, Al e Mn foi realizada pelo método de JACKSON (1958). As determinações dos elementos foram realizadas por absorção atômica.

Com os resultados obtidos foram calculados os seguintes quocientes:

Fed/Fet: ferro ditionito/ferro total

Ald/Alt: alumínio ditionito/alumínio total

Mnd/Mnt: manganês ditionito/manganês total

Feo/Fed: ferro oxalato/ferro ditionito

Alo/Ald: alumínio oxalato/alumínio ditionito

Mno/Mnd: manganês oxalato/manganês ditionito

#### 4.2.5 Análises mineralógicas

##### 4.2.5.1 Difractometria de raios-X da fração argila

A separação da argila para as análises de difração de raios-X foi executada conforme JACKSON (1956), à partir da

terra fina seca ao ar. Como dispersante utilizou-se do NaOH a 0,4% e em alguns casos o calgon, com agitação mecânica por 15 minutos.

A obtenção da argila foi por sifonação com a eliminação da matéria orgânica através do uso de peróxido de hidrogênio a 30% e eliminação do ferro através do ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. Ao todo foram selecionadas quinze amostras para estas análises e para cada uma delas obteve-se cinco difratogramas, ou seja:

- Saturação da amostra com magnésio (Mg 25°C)
- Glicolagem da amostra (MgGL)
- Saturação da amostra com potássio (K 25°C)
- Aquecimento da amostra com potássio a 300°C (K300°C)
- Aquecimento da amostra com potássio a 550°C (K550°C).

As lâminas foram submetidas ao equipamento de raios-X, utilizando-se do tubo de cobre e filtro de níquel com velocidade do papel de 2°./min.

#### **4.2.5.2 Microscopia eletrônica da fração argila**

Para estas análises foram utilizadas aliquotas de argila isentas de ferro, livres de matéria orgânica e bastante diluídas em água destilada. Foram montadas as lâminas com película de Parlódio e levadas ao microscópio eletrônico de transmissão (BROWN, 1964). As imagens mais representativas foram fotografadas com aumentos finais de 58.482 x (horizonte c, perfil 2) e 63.612 x (subhorizonte B<sub>22</sub>, perfil 4).

#### 4.2.5.3 Minerais pesados

A separação dos minerais pesados foi conseguida pela centrifugação da areia fina em meio ao bromofórmio, baseando-se em métodos descritos por MÜLLER (1964). Para isto utilizou-se de algumas modificações como o uso de tubos de ensaio com 10mm de diâmetro e 30mm de comprimento colados a um tubo de silicone com o mesmo diâmetro e comprimento de 80mm. Em cada tubo destes foi adicionado 1 grama de areia fina e completado o volume com bromofórmio. Estes tubos foram levados então à centrífuga com velocidade de 1500 rpm. e tempo de 5 minutos. Logo após, os tubos foram estrangulados com grampo metálico aproximadamente ao meio, deste modo os minerais leves foram retirados e coletados em funil com papel filtro. Da mesma maneira após a retirada do grampo metálico foram coletados os minerais pesados, os quais com auxílio de um ímã, foram separados os minerais magnéticos. A fração resultante foi salpicada em lâmina de vidro com bálsamo do Canadá e coberta com laminula.

O material foi levado ao microscópio petrográfico, onde procedeu-se a determinação da espécie mineral e uma contagem de pontos, resultando assim em uma análise semi-quantitativa. Os minerais mais representativos de cada espécie foram fotografados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram analisados e discutidos, segundo as características morfológicas, químicas, físicas e mineralógicas que os cinco perfis de solo apresentaram.

### 5.1 Características morfológicas

Na descrição morfológica dos perfis (ANEXO 01), pode-se observar que o arranjo dos horizontes para estes solos é do tipo A-B-C, possuindo de 3 a 5 subdivisões para o horizonte A ( $A_1$ ,  $A_{12}$ , ...  $A_n$ ).

O horizonte B pode ser subdividido em até 6 subhorizontes por diferenças morfológicas ou seja,  $B_1$ ,  $B_{21}$ ...  $B_n$ , sendo o  $B_{22}$  geralmente o mais argílico, exceto no perfil 5 onde o maior teor de argila é encontrado no  $B_1$ . A transição entre os subhorizontes, de maneira geral é clara e gradual, somente no perfil 5 apresenta-se como difusa. Em praticamente todos os casos a topografia da transição é plana.

A espessura do solum nos perfis 2 e 5 é de 169cm e 182cm respectivamente, já os outros perfis foram estudados até 168cm (perfil 3) e 170cm (perfil 1 e 4).

Para o horizonte A, observa-se que a maior espessura é encontrada no perfil 3 (98cm) e os restantes possuem os seguintes valores: 74cm (perfil 4); 65cm (perfil 2), 53cm (perfil 1) e 48cm (perfil 5).

A cor dos solos varia para os horizontes

superficiais do matiz 5YR ao 10YR exceto a  $A_3$  do perfil 4 que apresenta 2,5YR. Quanto ao valor e croma, prevalece 3/2 a 3/5, ou seja, bruno escuro a bruno avermelhado escuro, apenas no perfil 2 encontra-se 2/2 ou bruno muito escuro, e no perfil 5 o 4/4 que corresponde ao bruno avermelhado.

Para os horizontes B, o matiz varia de 2,5YR a 7,5 YR podendo chegar a 10R, o valor e croma é de 3/4 a 3/6, 4/4 a 4/8 e 5/6, as cores variam então de um bruno escuro, geralmente os  $B_1$ , até o vermelho escuro, vermelho amarelo e vermelho para os  $B_2$ . Pode-se atribuir estas cores avermelhadas e amareladas aos óxidos de ferro encontrados no solo.

Segundo SCHWERTMANN e LENTZE (1966) e SCHWERTMANN et al. (1982) citados por KAMPF e SCHWERTMANN (1983), como a Goethita e Hematita influenciam a cor dos solos, quando ocorre a Hematita, estes mostram matizes maiores que 7,5 YR, enquanto solos goethíticos mostram matizes bruno amareladas (2,5YR a 7,5YR). Quando os dois minerais ocorrem associados, prevalece a cor vermelha da hematita. Além disso deve-se levar em conta a presença de outros componentes que interferem na coloração do solo, tais como matéria orgânica e óxidos de manganês. KAMPF et al. (1988) sugerem o termo criptogoethítico para Latossolos vermelho-amarelo.

Quanto à textura, pode-se perceber ao tato que trata-se de solos argilosos ou muito argilosos, com menor proporção de silte e areia. Apenas no perfil 2, pode-se observar que existe uma quantidade bem maior da fração areia, superando os demais perfis, porém o teor de argila também é alto.

Nos solos analisados não houve diferenças texturais significativas ao longo dos perfis. Nos perfis 2 e 5, somente o horizonte C apresenta um considerável aumento das frações mais grosseiras com conseqüente diminuição do teor de argila.

A estrutura encontrada foi a de blocos subangulares que se desfaz em granular. Os blocos subangulares se apresentam como grande e média e a granular varia de pequena a muito pequena. Quanto ao grau de desenvolvimento a estrutura em blocos subangulares é moderada a fraca e a granular é forte na maioria dos subhorizontes. A consistência à umido é tida como friável a muito friável, exceto no perfil 2 que é firme. O solo molhado na maioria dos casos apresenta-se como ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Quanto à presença de cerosidade, esta foi constatada apenas nos subhorizontes abaixo do B<sub>23</sub> no perfil 2, e aparece como fraca e comum.

De maneira geral as características morfológicas para estes solos exceto o perfil 2, sofrem pequenas variações, sendo desenvolvidos provavelmente de mesmo material originário.

## 5.2 Características físicas

A variação das diferentes frações que compõe o solo, em profundidade pode ser vista na Figura 2.

Apenas nos perfis 2 e 3 constatou-se a presença de esqueleto do solo com 6% a 12% (perfil 2) e 2% a 8% (perfil 3).

Como pode-se notar no Quadro 2 (Anexo 2) e Figura 2, para os solos analisados prevalece a fração argila sobre a

areia e silte .

Os perfis mais argilosos são o 1 e 4 com teores de argila variando de (62% a 72%) e (60% a 70%) respectivamente. Para os outros perfis, tem-se (46% a 56%) perfil 3, (49% a 66%) perfil 5 e a menor quantidade foi encontrada no perfil 2 (44% a 51%).

Os cinco perfis possuem grande homogeneidade quanto à distribuição vertical desta fração, ficando a relação textural entre os horizontes A e B com valores de 1,00 a 1,06.

Nos subhorizontes B<sub>2</sub> existe uma diminuição no teor de argila decrescendo significativamente no horizonte C.

Na fração areia total, os perfis 2 e 3 são os que exibem os maiores teores, (35% a 41%) e (35% a 42%) respectivamente. Os perfis 1, 4, e 5 apresentam teores de (16% a 23%), (15% a 18%) e (17% a 26%), sendo a distribuição homogênea ao longo do perfil, com um acréscimo acentuado nos horizontes C. Isto leva a crer que o material de origem na formação destes solos, não possui descontinuidades litológicas.

Os perfis 2 e 4 apresentaram-se com maior quantidade de areia fina em relação a areia grossa, e nos outros perfis parece haver uma proporção semelhante entre estas duas frações. No horizonte C do perfil 2 existe um aumento apreciável de areia grossa, já no perfil 5 o acréscimo se deu na fração areia fina.

Os perfis 2 e 3 são mais arenosos que os restantes. Isto leva a crer que houve uma contribuição maior de quartzo no material de origem o qual é tido como retrabalhamento

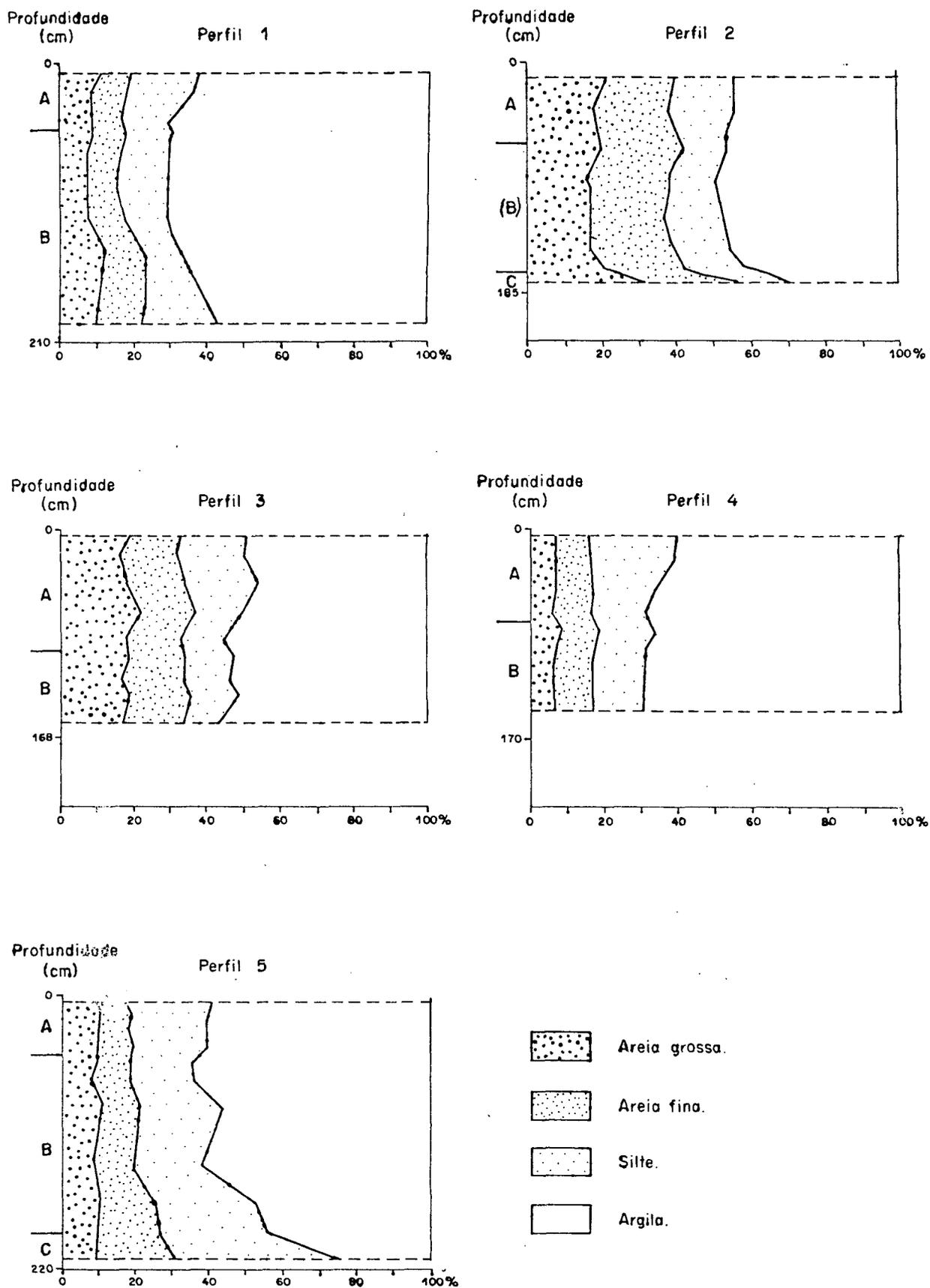


FIGURA 02 - Distribuição vertical das diferentes frações granulométricas para os perfis estudados.

de migmatitos . Neste caso a areia pode ser proveniente de veios pegmatíticos destas rochas do embasamento.

Para a fração silte, existe um teor maior nos horizontes superficiais, diminuindo em profundidade. Nos horizontes A tem-se (13% a 19%) perfil 1, (11% a 17%) perfil 2, (12% a 20%) perfil 3, (15% a 25%) perfil 4 e (20% a 25%) perfil 5. Para os horizontes B, os valores são, (11% a 14%) perfil 1, (11% a 15%) perfil 2, (12% a 14%) perfil 3, (14% a 16%) perfil 4 e (16% a 25%) perfil 5. E no horizonte C, o teor de silte diminui no perfil 2 e aumenta significativamente no perfil 5. O acréscimo apresentado pela fração silte nos horizontes superficiais, pode ser atribuído à metodologia empregada na sua separação, onde a maior quantidade de matéria orgânica influi na menor dispersão das partículas.

A relação silte / argila nos solos estudados possui valores baixos. De uma maneira geral é maior nos horizontes superficiais com variação de (0,18 a 0,42). Para os horizontes B existe um decréscimo neste quociente e um aumento significativo no horizonte C. Nos horizontes B, existe uma diferenciação entre os perfis, ficando os valores em (0,16 a 0,20) perfil 1, (0,22 a 0,34) perfil 2, (0,14 a 0,27) perfil 3, (0,20 a 0,24) perfil 4 e (0,24 a 0,25) perfil 5. A relação silte/argila é utilizada por diversos autores COSTA LIMA (1974, 1977 e 1979); SANTOS FILHO (1977); ROCHA (1981), CAMARGO (1986); COSTA LIMA (1979, 1984); SANTOS FILHO e ROCHA (1981a); SANTOS FILHO et al. (1982) e SANTOS FILHO (1984) entre outros, como indícios do grau de intemperismo dos solos.

As análises para a determinação da densidade das

partículas, demonstraram valores mais baixos para os horizontes superficiais (2,23 a 2,61) devido à maior influência da matéria orgânica. Para os horizontes B os valores aumentam para (2,60 a 2,66) e no C atingem (2,66 a 2,72).

No geral a densidade das partículas parece ser uniforme para os cinco perfis, considerando que o solo é composto em sua maioria por quartzo e minerais de argila, cujas densidades são 2,65 e 2,60-2,65 respectivamente (DANA 1981), então apenas no horizonte C existe uma maior quantidade de minerais pesados, os quais fazem com que a densidade das partículas sofra um acréscimo.

### 5.3 Características químicas

De acordo com os resultados analíticos, as características químicas destes solos são expressas no Quadro 3. (Anexo 2)

Quanto ao pH em água, os valores variam de (4,7 a 5,5) nos horizontes superficiais e para os horizontes B tem-se uma variação de (4,6 a 6,1). O pH em KCl apresenta-se de (4,3 a 4,7) nos horizontes A, e (4,4 a 5,3) para os horizontes B. Nos horizontes C a variação de pH não é significativa. Os valores de pH mais elevados nos horizontes superficiais, demonstram a utilização de calagem nos perfis 1 e 4 onde é

praticada a agricultura. Na maioria dos casos o pH em água apresenta-se mais elevado em relação ao KCl.

Os valores de alumínio trocável para estes solos são maiores nos horizontes superficiais, existindo um acréscimo considerável após a camada arável nos perfis 1 e 4. No horizonte B o alumínio decresce significativamente conforme os teores de carbono, demonstrando que a matéria orgânica age como complexante deste elemento (BASCOMB, 1968).

Os valores de  $Al^{+3}$  para os horizontes A, exceto o  $A_{11}$ , variam de (1,5 a 3,9), o perfil 2 diferencia-se por apresentar teores bem maiores, (3,1 a 4,6) no horizonte A e (1,5 a 2,6) no horizonte B.

Nos outros perfis o  $Al^{+3}$  varia de (0,5 a 0,7) nos horizontes  $B_{22}$ . O comportamento do  $Al^{+3}$  em profundidade é portanto inverso à distribuição do pH ao longo do perfil, concordando com observações de OLIVEIRA e MENK (1977) em latossolos da Quadricula de Campinas SP.

A saturação em alumínio (valor m) é baixa nos sub-horizontes mais superficiais, os quais provavelmente sofreram calagem em relação aos outros horizontes onde o valor atinge mais de 50%. O perfil 2 diferencia-se dos outros por apresentar altos valores de saturação em alumínio em todo o perfil do solo.

Os valores de  $H^+$ ,  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ , P,  $K^+$ , valor S e a CTC nestes solos acompanham diretamente o comportamento do carbono, ou seja, diminuem gradativamente ao longo do perfil em profundidade.

A CTC em 100g de argila é maior nos horizontes

superficiais em relação aos sub-superficiais devido à influência da matéria orgânica. Nos perfis 2 e 5 o horizonte C apresenta-se com a CTC da argila maior que a do horizonte B devido ao menor intemperismo, acompanhando a maior relação silte/argila já comentado no sub-item 5.2.

O valor V% aparece em todos os perfis com valores baixos, menores que 50%, devido à elevada lixiviação sofrida por estes solos.

#### 5.4 Ferro, Alumínio e Manganês

Os resultados de Fe Al e Mn encontram-se no Quadro 4 (Anexo 2). Os teores de Fep (pirofosfato), ligados preferencialmente à matéria orgânica (MCKEAGUE e DAY 1966; BASCOMB, 1968), tem uma variação de 4,5 a 5,65 mg/100g de solo para os solos estudados, os maiores teores correspondem aos perfis 2 e 3 e os menores ao perfil 5. Em profundidade (Fig.3) diminuem com uma redução brusca na passagem dos horizontes A para o B. No Estado do Paraná, diversos autores encontraram o mesmo comportamento do Fep em profundidade, tais como, SANTOS FILHO (1977); COSTA LIMA (1979); ROCHA (1981); SANTOS FILHO e ROCHA (1981b) e PASSOS (1986).

O oxalato, solubiliza principalmente os óxidos de Fe, Al e Mn amorfos ou de baixa cristalinidade. MCKEAGUE e DAY (1966). A variação do Feo é de 40 a 256 mg/100g de solo, sendo o perfil 2 o que apresenta os menores valores. Ao longo dos diferentes perfis, acompanha aproximadamente o comportamento do Fep, porém com decréscimos menos significativos, (Fig. 3).

O ditionito - citrato - bicarbonato de sódio (Fed) extrai principalmente os óxidos livres cristalinos, com pequena porção dos amorfos e ligados à matéria orgânica, MCKEAGUE e DAY (1966); MCKEAGUE et al (1971). Nos perfis analisados, o Fed oscila de 1250 a 6700 mg/100g de solo, o perfil 2 possui os menores teores (1250 a 2775 mg/100g de solo). Sendo que o menor valor corresponde ao subhorizonte C, do perfil 2, os valores são intermediários oscilando entre 2875 a 4125 mg/100g de solo. A distribuição em profundidade do Fed em todos os perfis não sofre variação significativa, (Fig. 3). Estes resultados indicam que o Fed está mais relacionado à argila do que aos compostos orgânicos. SANTOS FILHO (1977), encontrou para solos derivados do Arenito Botucatu (solo litólico), 505 a 560 mg/100g de solo e para solos de basalto (latossolo roxo), valores de 12.500 a 13.860 mg/100g de solo e ROCHA (1981) analisando solos de migmatitos na região de Curitiba, obteve 4668 mg/100g de solo.

Quanto à digestão total (Fet), os teores mais elevados (4900 a 8000 mg/100g de solo), correspondem aos perfis 1, 4 e 5, e os mais baixos (3300 a 4800 mg/100g de solo) nos perfis 2 e 3. Estes menores valores dos perfis 2 e 3 em relação aos outros, são devido provavelmente à menor contribuição do quartzo, que também influenciou nas menores quantidades do Fed e maior teor de areia (ver sub-item 5.2). Sua distribuição vertical obedece aproximadamente a do Fed, com pouca variação em profundidade (Fig. 3).

O quociente Feo/Fed é utilizado para avaliar o grau de cristalinidade e/ou do intemperismo dos solos, (HEINEMANN,

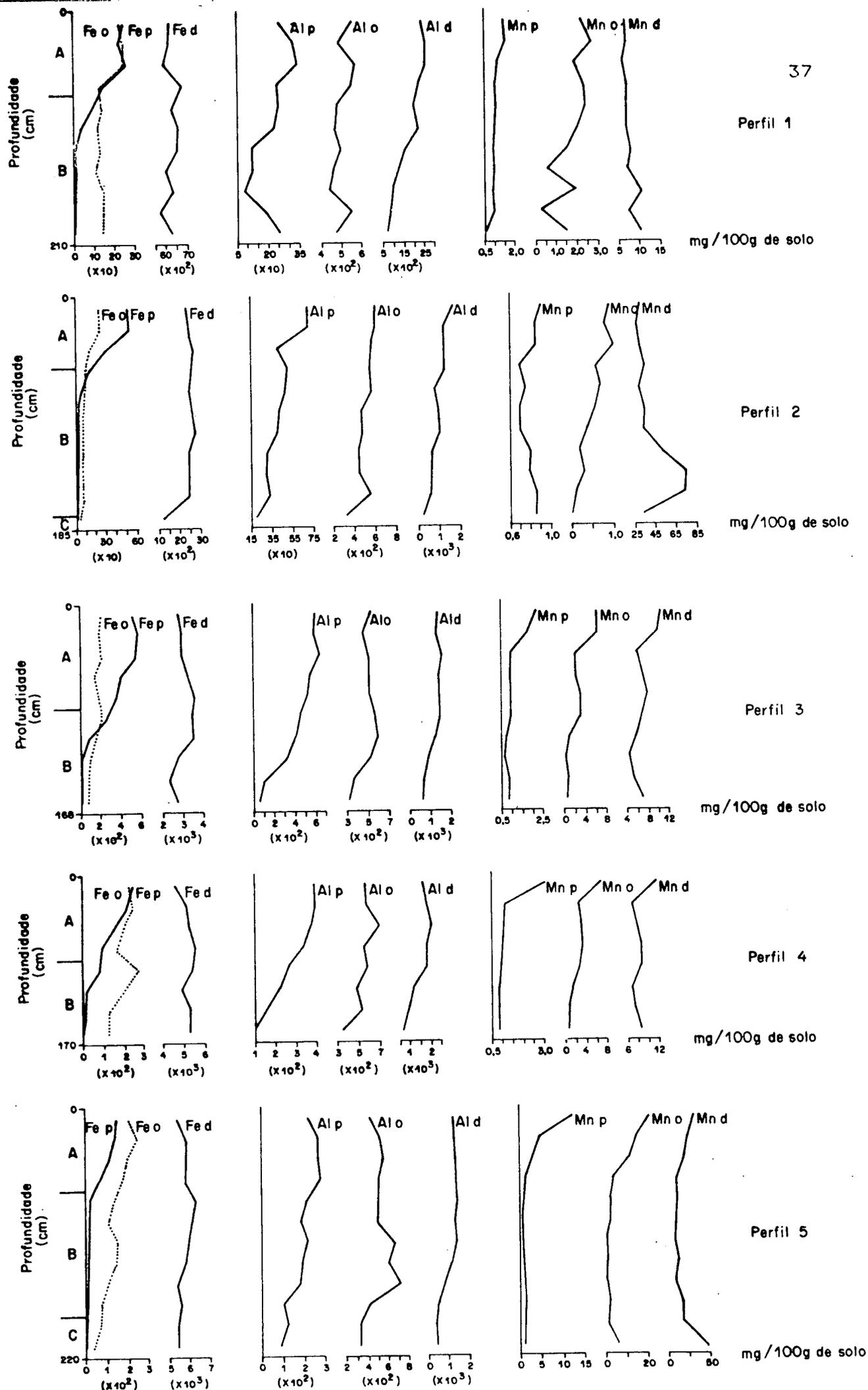


FIGURA 03 - Distribuição vertical do Fe, Al e Mn nos perfis.

1964; MCKEAGUE e DAY, 1966; BLUME e SCHWERTMANN 1969; SCHWERTMANN, 1964 e 1973). Este quociente foi utilizado por SANTOS FILHO (1977); SANTOS FILHO et al. (1982); COSTA LIMA (1979); ROCHA et al. (1982); SANTOS FILHO e ROCHA (1981c, 1983) e outros. Nos solos em estudo observa-se no Quadro 5 (Anexo 2) que os quocientes Feo/Fed são baixos, (0,017 a 0,094) indicando elevada cristalinidade e evolução genética. Os maiores valores encontram-se em superfície significando que a matéria orgânica pode estar retardando a cristalização dos óxidos de Ferro (SCHWERTMANN et al. 1968).

DEMATTE e HOLOWAYCHUCK, (1977) obtiveram resultados semelhantes onde o quociente Feo/Fed decresceu em profundidade, indicando maior quantidade de Ferro mais cristalizado nos horizontes subsuperficiais.

Quanto maior o quociente Fed/Fet, maior a quantidade de Ferro livre e menor de ferro ligado aos silicatos. Os valores mais baixos ocorrem no perfil 2 em relação aos restantes, sendo a variação deste quociente de 0,72 a 0,97, Quadro 5 (Anexo 2).

ROCHA, (1981), encontrou 0,82 para o Fed/Fet em solos de migmatitos e SANTOS FILHO e ROCHA (1981b), 0,64 A 0,93 para solos bem evoluídos, cauliniticos e/ou gibbsíticos.

O Alp, varia de 89 a 700 mg/100g de solo, sendo o perfil 2 o que apresenta o maior teor, Quadro 5 (Anexo 2). Seu comportamento é semelhante ao Fep, diminuindo em profundidade à partir do horizonte B, com redução acentuada no horizonte C (Fig. 3).

O Alo (310 a 725 mg/100g de solo), apresenta-se

relativamente uniforme em profundidade, aumentando seu teor bruscamente no horizonte C (Fig. 3).

Quanto ao Ald, os teores encontram-se entre 500 a 2545 mg/100g de solo e seu comportamento é semelhante ao Alp, diminuindo nos horizontes subsuperficiais principalmente no C, (Fig. 3). O Ald (9900 a 19700 mg/100g de solo) apresenta os menores teores no perfil 2, sua distribuição vertical não sofre variações consideráveis, exceto no horizonte C, onde reduz muito seu valor (Fig. 3). Os valores do Alt variam de 13.300 a 18.100 mg/100g de solo para os perfis 1, 4 e 5 e para os perfis 2 e 3 tem-se valores menores com variação de 8500 a 12.600 mg/100g de solo.

No quociente Alo/Ald os valores são de 0,19 a 1,02, atingindo valores mais altos no horizonte C.

A variação de quociente Ald/Alt para estes solos é de 0,031 a 0,174 e sua distribuição é decrescente ao longo dos perfis.

O Mn apresenta-se com teores bem menores em relação aos outros óxidos, Quadro 5 (Anexo 2)

O Mnp varia para os perfis de 0,55 a 12,50 mg/100g de solo, e sua distribuição vertical é decrescente em profundidade para os solos estudados, (Fig. 3 ).

O Mno apresenta valores de 0,20 a 20,50 mg/100g de solo e decresce nos perfis para os horizontes subsuperficiais, indicando ser este elemento complexado pela matéria orgânica.

O Mnd possui teores de 2,7 a 28,9 mg/100g de solo, onde o perfil 5 apresenta-se bem mais elevado em relação aos demais, e o perfil 2 mais baixo, acompanhando os menores

valores de Fed e Ald.

Para o Mnt tem-se uma variação de 10 a 29 mg/100g de solo nos perfis estudados, com maiores teores no perfil 5 e menores nos perfis 2 e 3, além de variação vertical aproximadamente uniforme porém com acréscimos nos horizontes mais superficiais e horizonte C (Fig. 3).

No quociente Mno/Mnd tem-se uma variação de 0,027 a 0,709, ocorrendo um decréscimo em profundidade para todos os perfis, indicando menor cristalinidade na superfície, devido à matéria orgânica.

Os valores de Mnd/Mnt variam de 0,27 a 0,99 e possuem uma tendência a serem mais elevados nos horizontes superficiais, diminuindo logo em seguida, e aumentando nos sub-horizontes B mais profundos.

Baixos quocientes Feo/Fed e maiores valores de Fed/Fet, indicam elevado grau de evolução para todos os perfis estudados, onde deve predominar a caulinita e/ou óxidos de Ferro e Alumínio. Os menores valores de Fed, Fet, Mnd e Mnt nos perfis 2 e 3, aliados às diferenças nos teores de areia, silte e argila, confirmam tratar-se de características herdadas da variação composicional do material de origem destes solos em relação aos outros.

## 5.5 Características mineralógicas

### - Argilo-minerais

A difratometria de raios-X acusou para a fração argila, a seguinte composição mineralógica: caulinita, gibbsita, vermiculita com hidroxila interlamelar, quartzo e mica conforme figuras de 13 a 27 (Anexo 3).

A caulinita foi identificada por difrações em torno de  $7,24^\circ$  (001),  $3,56^\circ$  (002) e  $2,38^\circ$  (003), constantes nos tratamentos Mg 25°C, MgGL, K25°C e K300°C desaparecendo no tratamento K550°C. Os resultados demonstram que a caulinita é um dos principais constituintes destes solos. Sob as condições dos perfis estudados, pode-se postular que este argilo-mineral teria se formado por duas maneiras principais. Ou seja, alteração direta dos minerais primários presentes na rocha, tais como feldspatos e minerais ferro magnesianos (MELFI e LEVI 1971), ou através de uma transformação mais estável da montmorilonita, ocasionada pelas boas condições de drenagem e ambiente ligeiramente ácido (MELFI e LEVI 1971 e MONIZ et al. 1976).

A gibbsita foi diagnosticada por apresentar espaçamentos a  $4,84^\circ$  e  $4,37^\circ$  com desaparecimento dos picos com aquecimento a 300°C. CARVALHO e MONTGOMERY (1971), encontraram elevados teores deste mineral em litossolos do Estado de São Paulo.

A vermiculita com hidroxila interlamelar apresenta difrações em torno de  $14^\circ$ , não sofrendo expansão com a glicolagem da amostra e no aquecimento da lâmina saturada com

potássio a 300°C e 550°C, ocorre um colapso no espaçamento, aparecendo picos difusos na região de 10A° a 12A°. Estas características não são típicas de cloritas, vermiculitas ou montmorilonitas (JACKSON, 1956). Diversos autores atribuem este comportamento àquele mineral (COSTA LIMA 1979; TIÊ-BI-YOUAN et al. 1983; COSTA LIMA e COSTA LIMA 1985). Já VOLKOFF e MELFI (1980), a denominam de vermiculita aluminosa. A formação da vermiculita com hidroxila interlamelar, ocorre pela precipitação de hidroxidos de alumínio polimerizados e sesquióxidos de ferro nos espaços interlamelares da vermiculita (JACKSON, 1964). No Estado do Paraná, VOLKOFF e MELFI (1980); SANTOS FILHO et al (1983), contataram que a formação deste mineral ocorreu pela penetração do Al nos espaços interfoliares da mica.

O quartzo quando presente tem espaçamento de 3,3A° o qual se manteve constante em todos os tratamentos.

A mica foi caracterizada por seus picos a 10A° e 5A° sendo encontrada apenas no horizonte C<sub>2</sub> do perfil 5.

No Quadro 1 são expressas as variações das difrações para os diversos minerais encontrados na fração argila, com suas características distintivas principais.

Quanto às quantidades relativas dos minerais encontrados por difração de raios-X, pode-se inferir que no solum de todos os solos estudados, a caulinita ocorre em maior quantidade por apresentar os maiores picos, seguida pela gibbsita, e vermiculita com hidroxila interlamelar.

A variação em profundidade destes diversos minerais, pode ser estimada pela área e intensidade dos seus picos,

diversos autores utilizam este processo, tais como: KAMPF, KLAMT (1978) e COSTA LIMA (1979), VOLKOFF e MELFI (1980), CURI et al. (1984) entre outros. Neste caso para os perfis 1 e 4 (Figs. 4 e 7) parece haver uma homogeneidade entre as quantidades dos minerais presentes.

No perfil 2 (Figura 5) observa-se, que a diminuição de intensidade dos picos da caulinita e aumento da gibbsita nos horizontes  $A_1$  e  $(B)_{23}$  acompanham a maior intensidade do pico da caulinita e menor da gibbsita no horizonte  $C_1$ . O mesmo comportamento ocorre nos horizontes  $A_{12}$  e  $B_{21}$  em relação ao  $C_1$  do perfil 5 (Figura 8). Isto indica que a gibbsita se formou pela dessilicificação da caulinita. No perfil 5, também constata-se que somente no horizonte  $C_2$  ocorre a mica e ausência da vermiculita com hidroxila interlamelar, indicando que provavelmente a formação deste argilo-mineral nos horizontes  $A_{12}$ ,  $B_{21}$  e  $C_1$  deu-se pelo Al que penetrou nos espaços interfoliares da mica (VOLKOFF e MELFI, 1980; SANTOS FILHO et al. 1983), estes últimos, denominaram este processo de cloritização das ilitas.

Comparando os difratogramas de raios-X, para os cinco perfis estudados, nota-se pouca variação no horizonte B mais argiloso (Fig. 9), os picos da caulinita são relativamente maiores no perfil 2 e menores nos perfis 1 e 5, enquanto os da gibbsita são menores nos perfis 2, 3 e 5, e os da vermiculita com hidroxila interlamelar menores no perfil 1. Pode-se observar que no solum dos perfis analisados, existe uma homogeneidade quanto aos minerais encontrados na fração argila.

QUADRO 1 - Variabilidade da difração de raios-X nos diversos tratamentos para os diferentes argilo-minerais.

Variação dos picos nos diversos tratamentos para as amostras analisadas.(A°)	Mineral		Características das difrações
13,01 14,73	Vermiculita com hidroxila interlamelar	(002)	Constante com MgGL e colapso dos picos p/10-12A° com 300°C 500°C.
7,02 - 7,25	Caulinita	(001)	Desaparece a 550°C
4,79 - 4,92	Gibbsita	(001)	Desaparece a 300°C
4,17 - 4,41	Gibbsita	(110)	Desaparece a 300°C
3,42 - 3,61	Caulinita	(002)	Desaparece a 550°C
3,33 - 3,34	Quartzo	(101)	Constante em todos os tratamentos
5,04 - -	Mica	(001)	Constante em todos os tratamentos
10,05 - -	Mica	(002)	Constante em todos os tratamentos

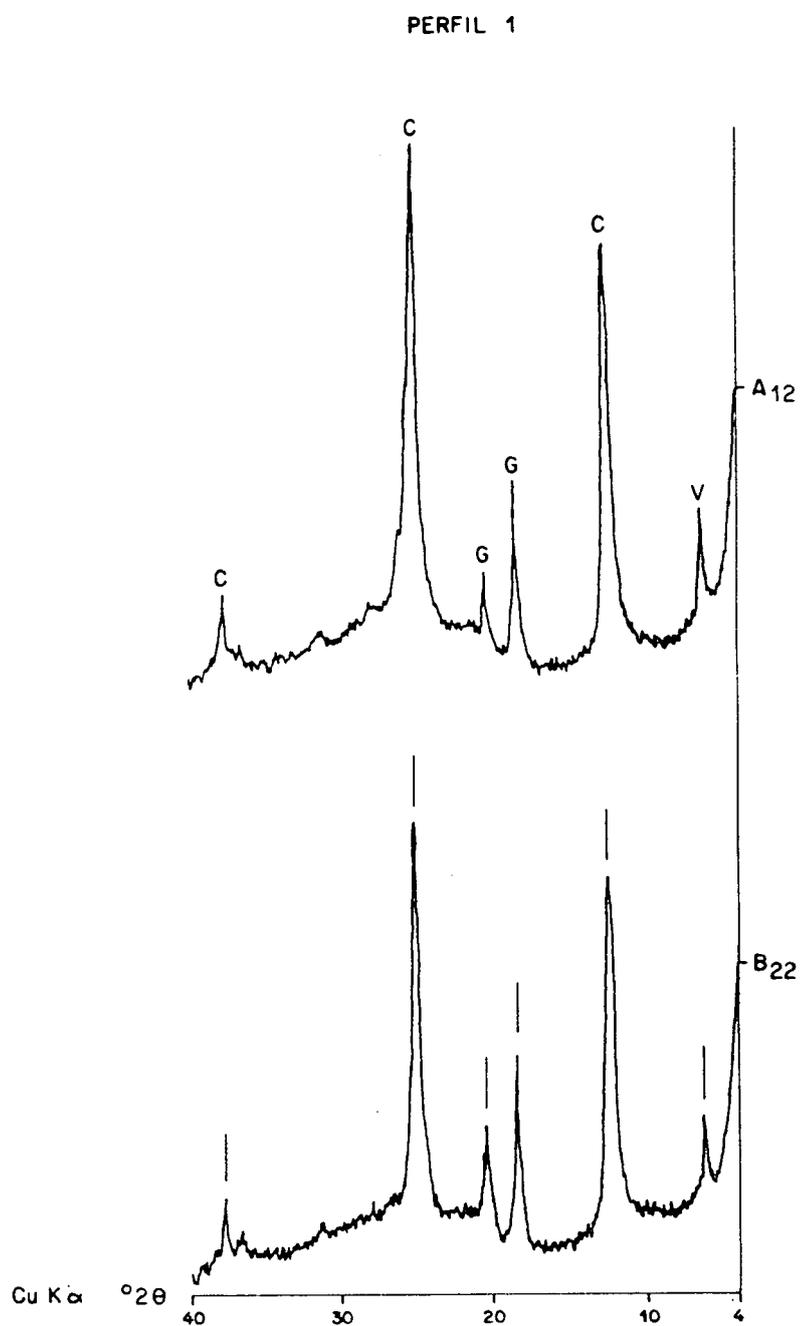


FIGURA 04 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos sub-horizontes A<sub>12</sub> e B<sub>22</sub> do perfil 1; V. Vermiculita com hidroxila interlamelar; C. Caulinita; G. Gibssita.

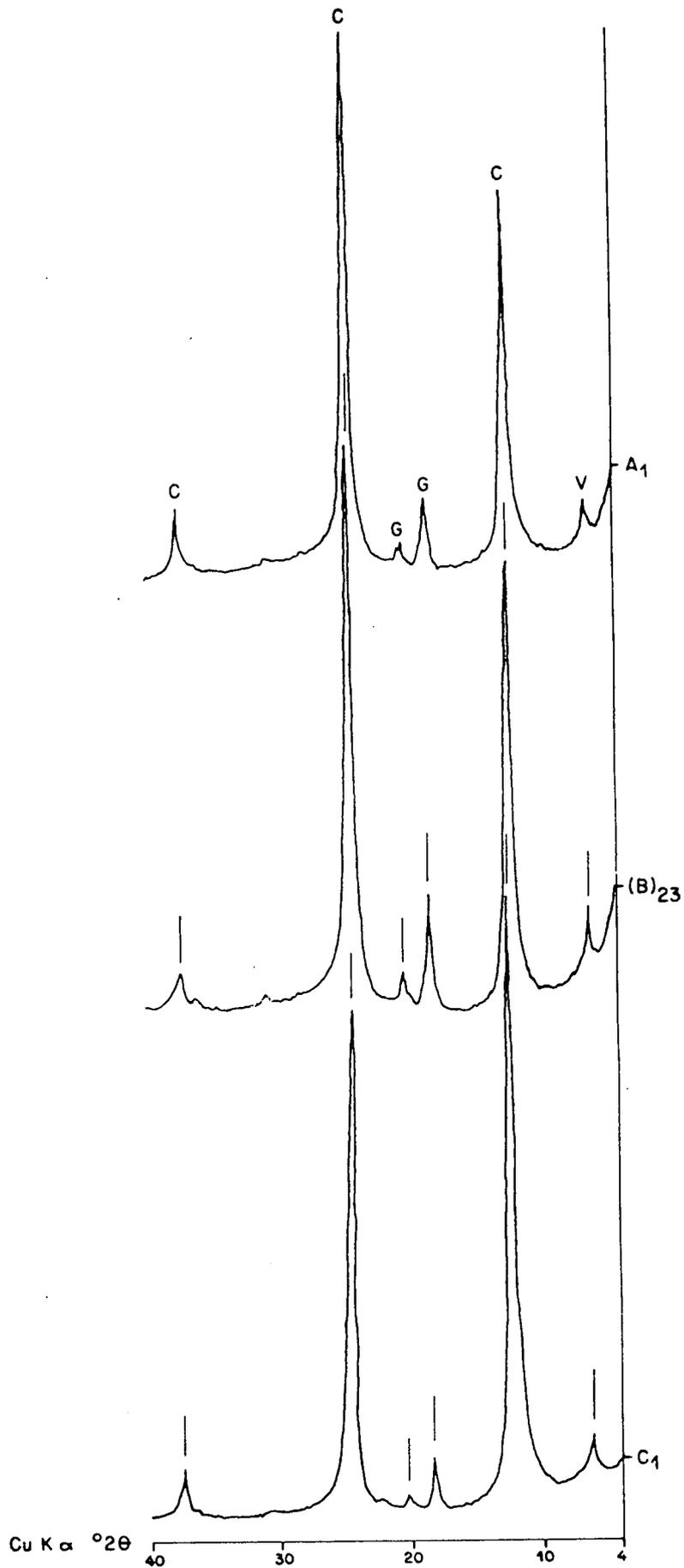


FIGURA 05 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos sub-horizontes A<sub>1</sub> e (B)<sub>23</sub> e C<sub>1</sub> do perfil 2; V.Vermiculita com hidroxila interlamelar; C.Caulinita; G.Gibssita.

## PERFIL 3

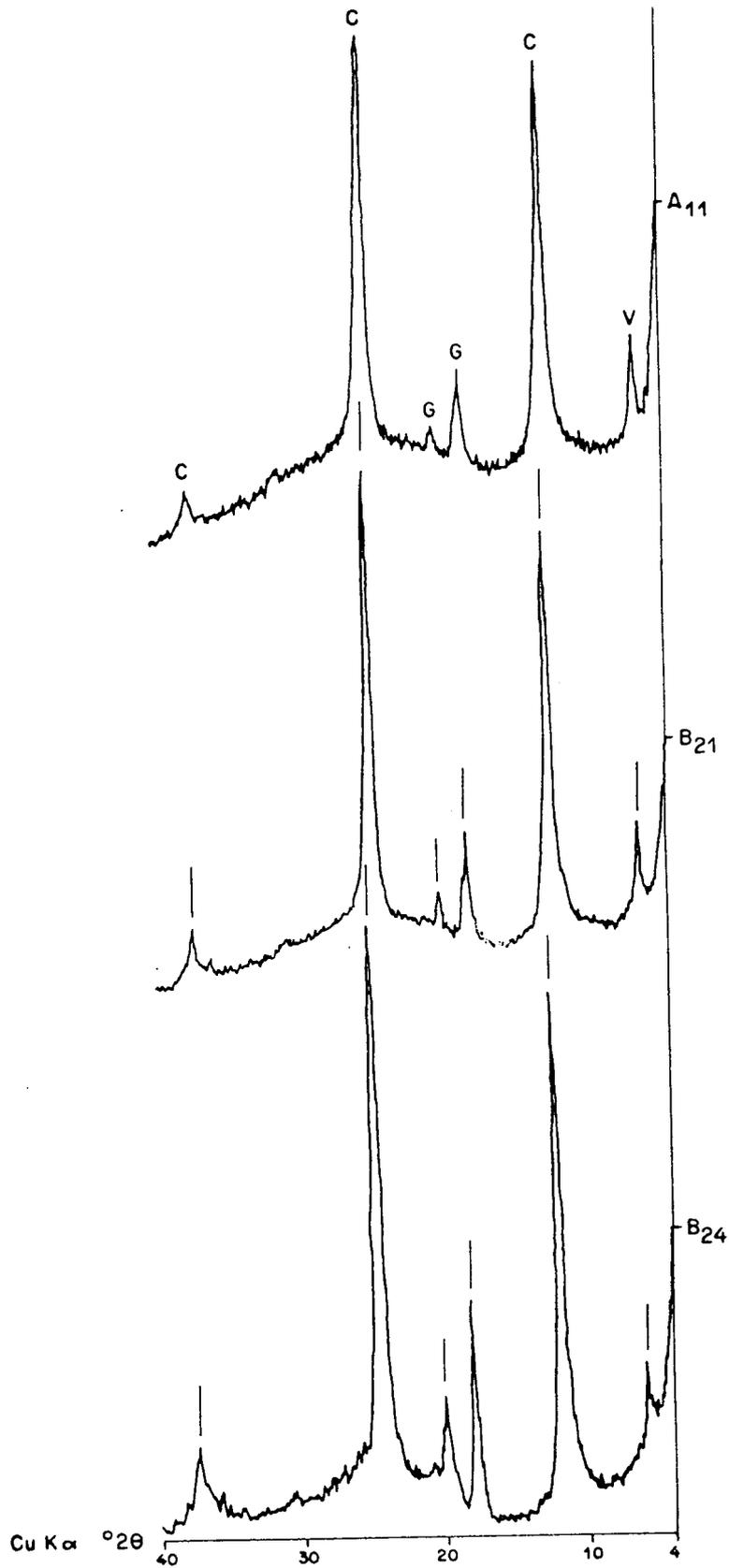


FIGURA 06 - Difratoogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos sub-horizontes A<sub>11</sub> e B<sub>21</sub> e B<sub>24</sub> do perfil 3; V.Vermiculita com hidroxila interlamelar; C.Caulinita; G.Gibssita.

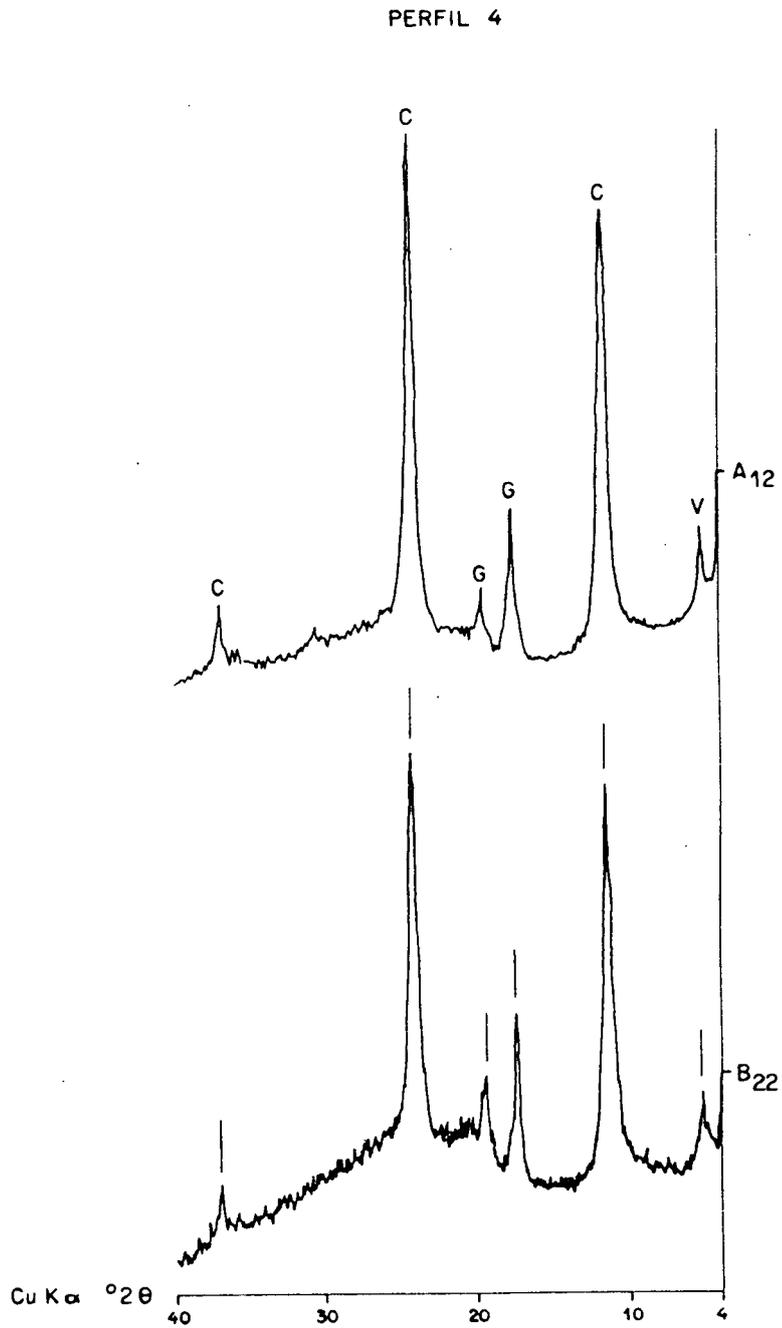


FIGURA 07 - Difractogramas de raios-X da fração argila (Mg 25 $^{\circ}$ C) dos sub-horizontes A<sub>12</sub> e B<sub>22</sub> do perfil 4; V.Vermiculita com hidroxila interlamelar; C.Caulinita; G.Gibssita.

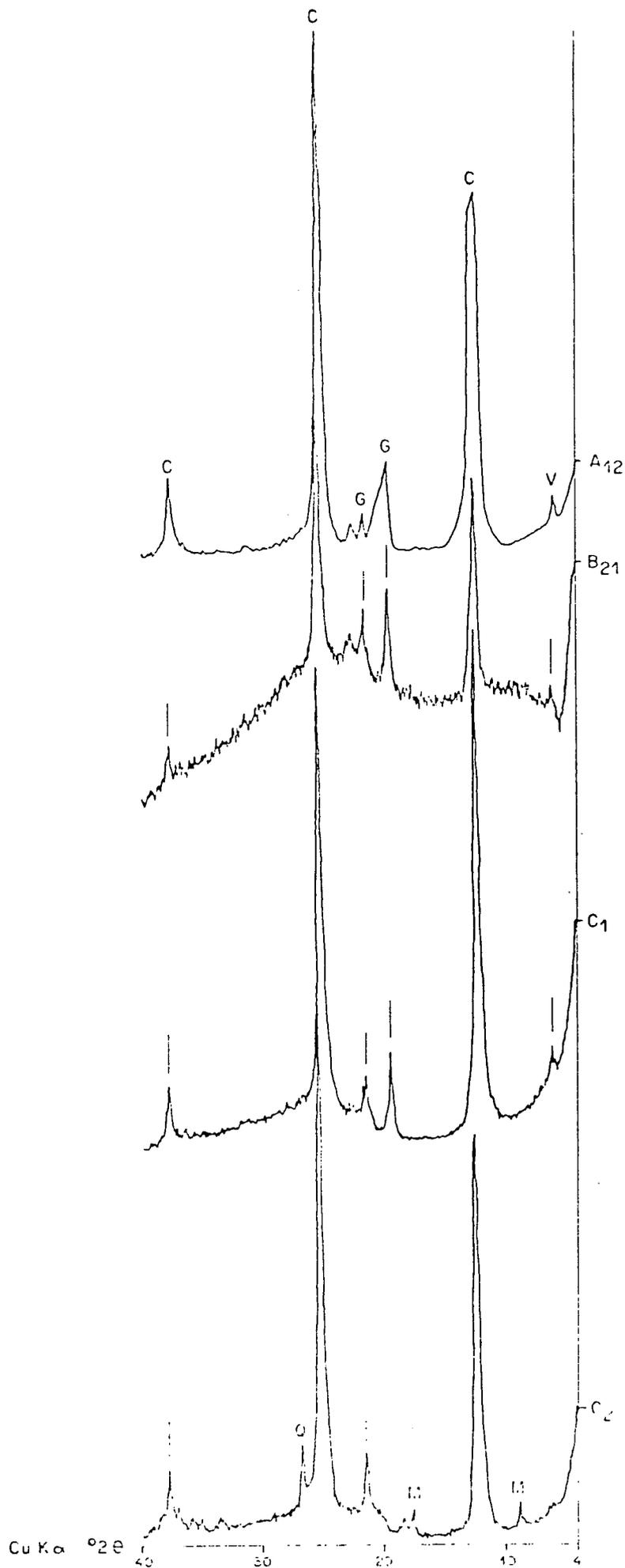


FIGURA 08 - Difratoogramas de raios-X da fração argila (Mg 25°C) dos sub-horizontes A<sub>12</sub> e (B)<sub>21</sub>, C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> do perfil 5; V.Vermiculita com hidroxila interlamelar; C.Caulinita; G.Gibssita; M.Mica; Q. Quartzo.

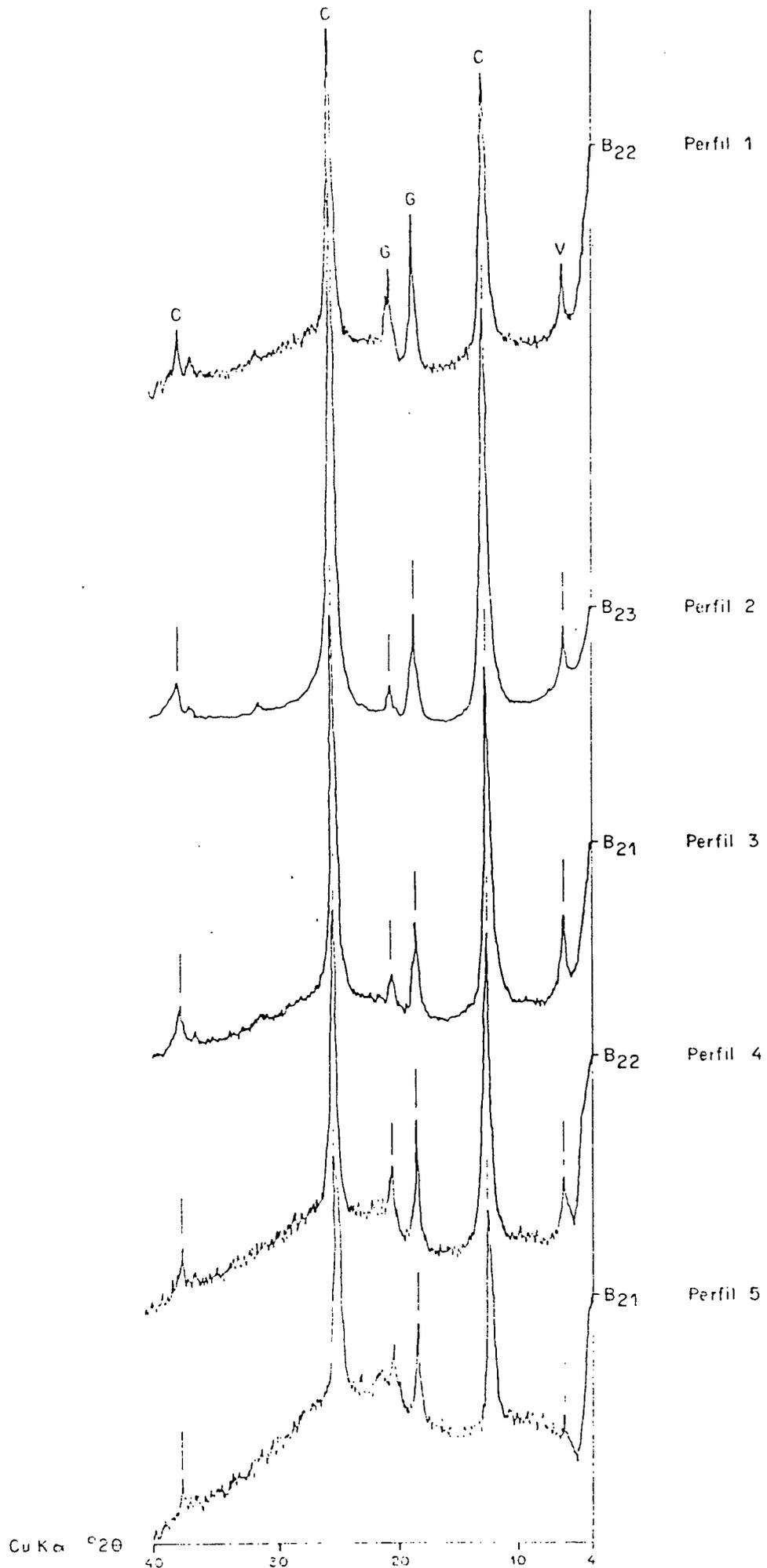


FIGURA 09 - Difratoigramas de raios-X dos subhorizontes mais argilosos dos perfis estudados. V. Vermiculita com hidroxila interlamelar  
C. Caulinite e G. Gibbsite.

Outro fator a considerar é de que todos os picos, nos diversos difratogramas obtidos, são bastante simétricos.

A microscopia eletrônica auxiliou numa melhor elucidação dos resultados da difração de raios-X, revelando por observação direta a inexistência de minerais tubulares como da haloisita. Caulinita e haloisita em mistura são de difícil diagnóstico, dado ao mascaramento da primeira sobre a segunda (MONIZ, et al. 1975).

A massa de um modo geral é constituída por cristais anédricos, subédricos e euhédricos de forma hexagonal. Poucos são os que se apresentam com outras formas (Fig. 10).

O principal mineral observado foi considerado como caulinita, a qual possui arestas desgastadas com formas pseudo hexagonais, mais raramente sendo encontrada com formas hexagonais bem definidas.

Estas formas pseudo hexagonais, com contornos arredondados associados à presença de gibbsita, são evidências de processos de alteração ainda ativos nos perfis (CHATELIN, 1974). Neste caso, ocorre uma lixiviação da sílica com a consequente dissolução da caulinita tendendo para a formação da gibbsita, confirmando os resultados obtidos nos difratogramas de raios-X.

ANTONELLO et al.(1988), caracterizando a composição mineralógica da fração argila nos latossolos do Sul e Sudeste do Brasil, encontraram um domínio da caulinita em relação à gibbsita, apesar do alto grau de maturidade apresentado por estes solos. Isto evidencia, que os processos de dessilicificação não foram completados por equilíbrios locais

dentro do sistema geral do intemperismo.

A estabilidade relativa dos minerais encontrados na fração argila para os solos estudados, pode ser ordenada do seguinte modo: vermiculita com hidroxila interlamelar, caulinita e gibbsita, concordando com os resultados de ANTONELLO et al (1988).

#### - Minerais pesados

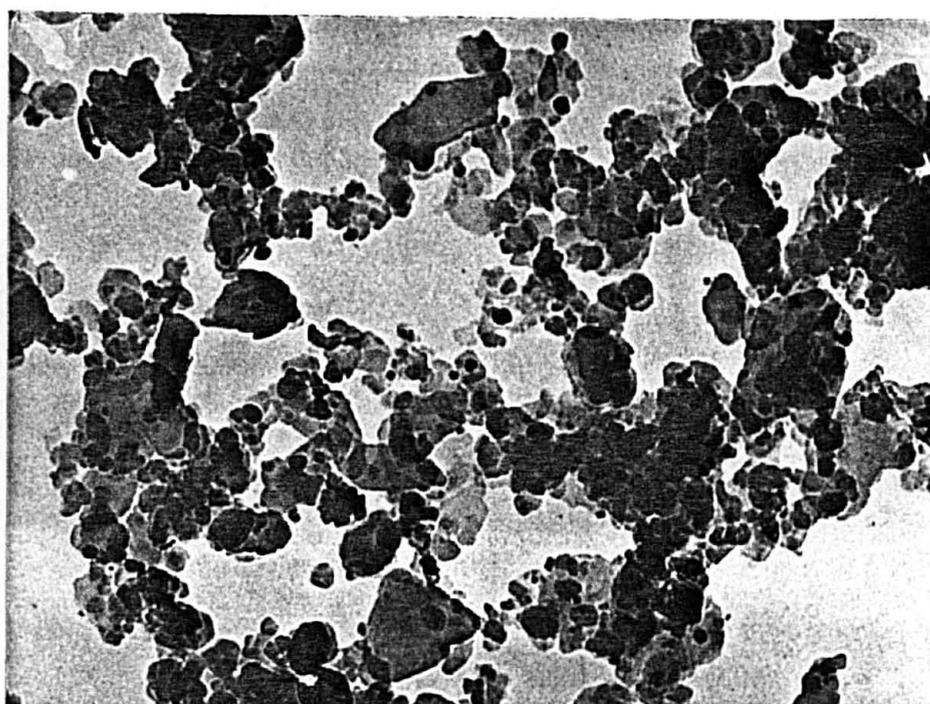
Nas determinações de minerais pesados, foram encontradas conforme a escala de estabilidade de WEYL (1952) citadas por MITCHEL (1975), as seguintes composições; (Quadro 6 Anexo 2), minerais considerados extremamente estáveis: zircão, turmalina, anatásio e rutilo. Os chamados estáveis, como disteno, estaurolita, silimanita, e granada, e os pouco estáveis ou extremamente instáveis como epidoto, e hornblenda. O maior percentual é do zircão em todas as análises nestes solos, ficando entre 60% a 80% do total de minerais pesados. De acordo com a escala de abundância de minerais pesados citada por MITCHEL (1975), o zircão é considerado como muito abundante (60 a 100%). A turmalina no perfil 1 ocorre como muito comum e escassa a comum nos outros perfis, exceto o perfil 2 onde está ausente. O anatásio aparece como escasso a comum, o rutilo como razoavelmente comum a comum, o disteno ocorre somente no perfil 3 sendo escasso, e a estaurolita está ausente no perfil 2 sendo classificada como escassa nos perfis 1, 3 e 4 e comum no perfil 5. A granada foi encontrada somente nos perfis 1 e 5 e é classificada como comum. A silimanita ocorre em todos os perfis e é classificada

como comum a muito comum, somente no subhorizonte B<sub>21</sub> do perfil 3 aparece como razoavelmente abundante. O epidoto, foi encontrado nos perfis 3 e 4 como escasso. A hornblenda aparece nos perfis 2 e 3 como comum a muito comum chegando a ser razoavelmente abundante no perfil 3, já nos outros perfis é considerada como comum a muito comum e no perfil 5 como escassa. O zircão e a silimanita foram fotografados e aparecem na figura 11.

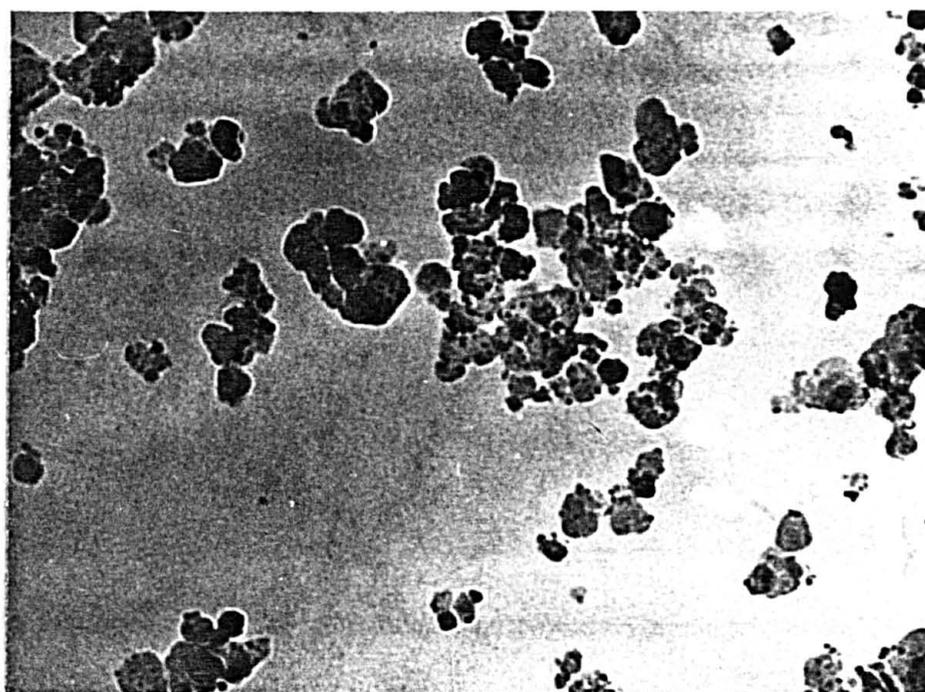
No trabalho de ROCHA (1981), os pedissedimentos de migmatito possuem uma distribuição de minerais pesados equivalente àquela dos solos analisados, possuindo maior teor de zircão e anatásio. Já nos sedimentos da Formação Guabirotuba (Canguiri) o mesmo autor encontrou a turmalina, zircão e disteno em maiores proporções respectivamente.

RUEDA e DEMATTÊ (1988) encontraram maiores quantidades de turmalina em relação ao zircão em solos derivados de sedimentos da Formação Marília no Estado de São Paulo.

Com estes resultados, comprovam-se as análises anteriores, tais como granulometria e óxidos de Fe, Al e Mn, onde postulou-se que os perfis 2 e 3 apresentam provavelmente contribuições de outros materiais, tais como veios pegmatíticos dos migmatitos. Também confirmados pelos quocientes Fed/Fet e relação silte/argila que demonstraram o elevado desenvolvimento genético dos perfis de solo estudados e as diferenças de intemperismo, principalmente entre os horizontes diagnósticos de superfície e subsuperfície em relação aos horizontes C.



(a)

0,34  $\mu$ 

(b)

0,36  $\mu$ 

FIGURA 10 - Fotomicrografias eletrônicas da fração argila para os subhorizontes  $C_1$  do perfil 2 (a) e  $B_{22}$  do perfil 4. (b)

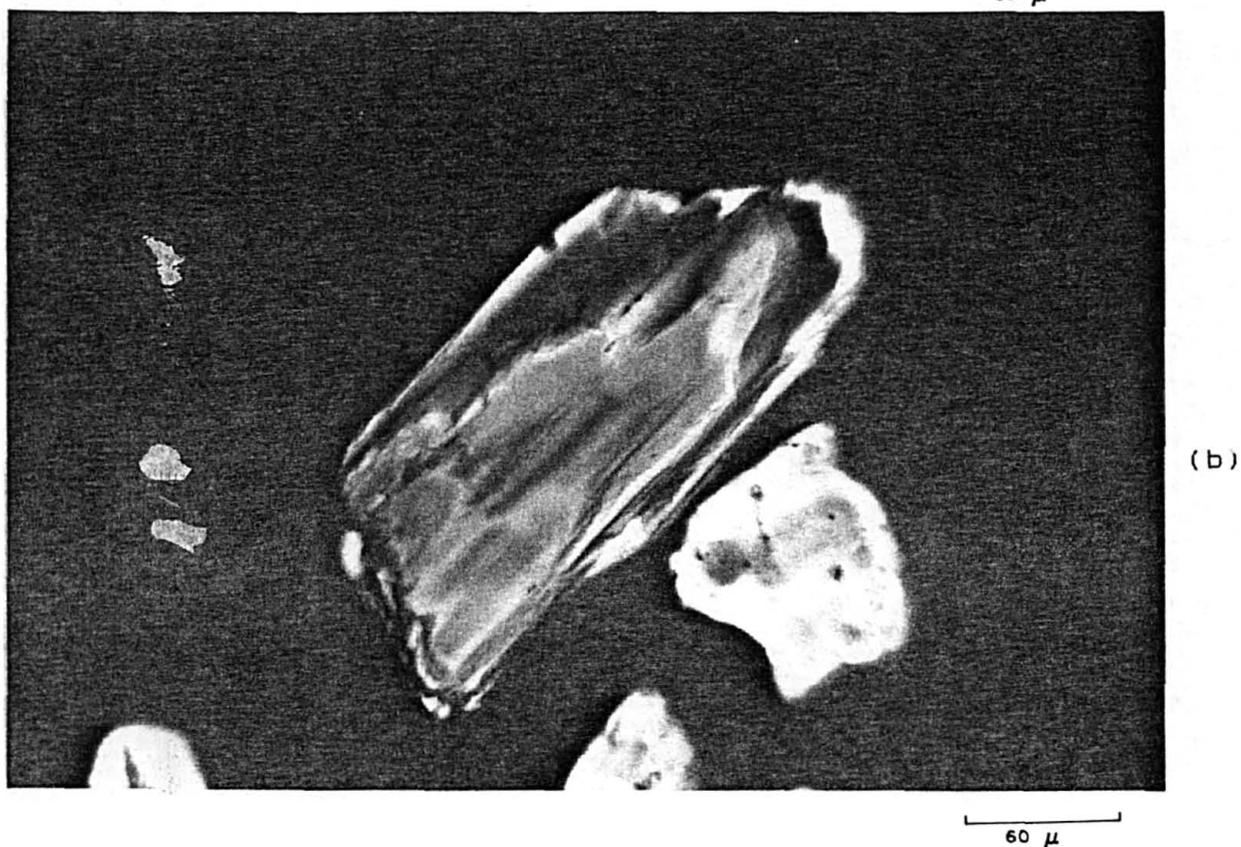
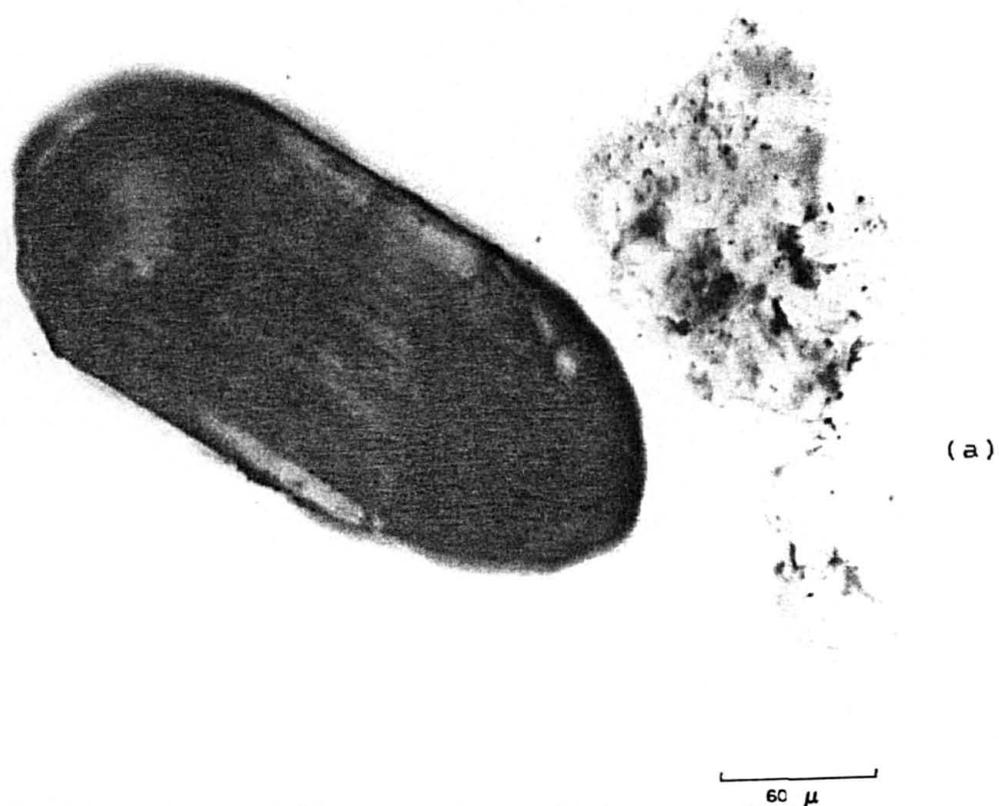


FIGURA 11 - Fotomicrografias dos minerais pesados. a) Zircão  
b) Silimanita (Nicois x)

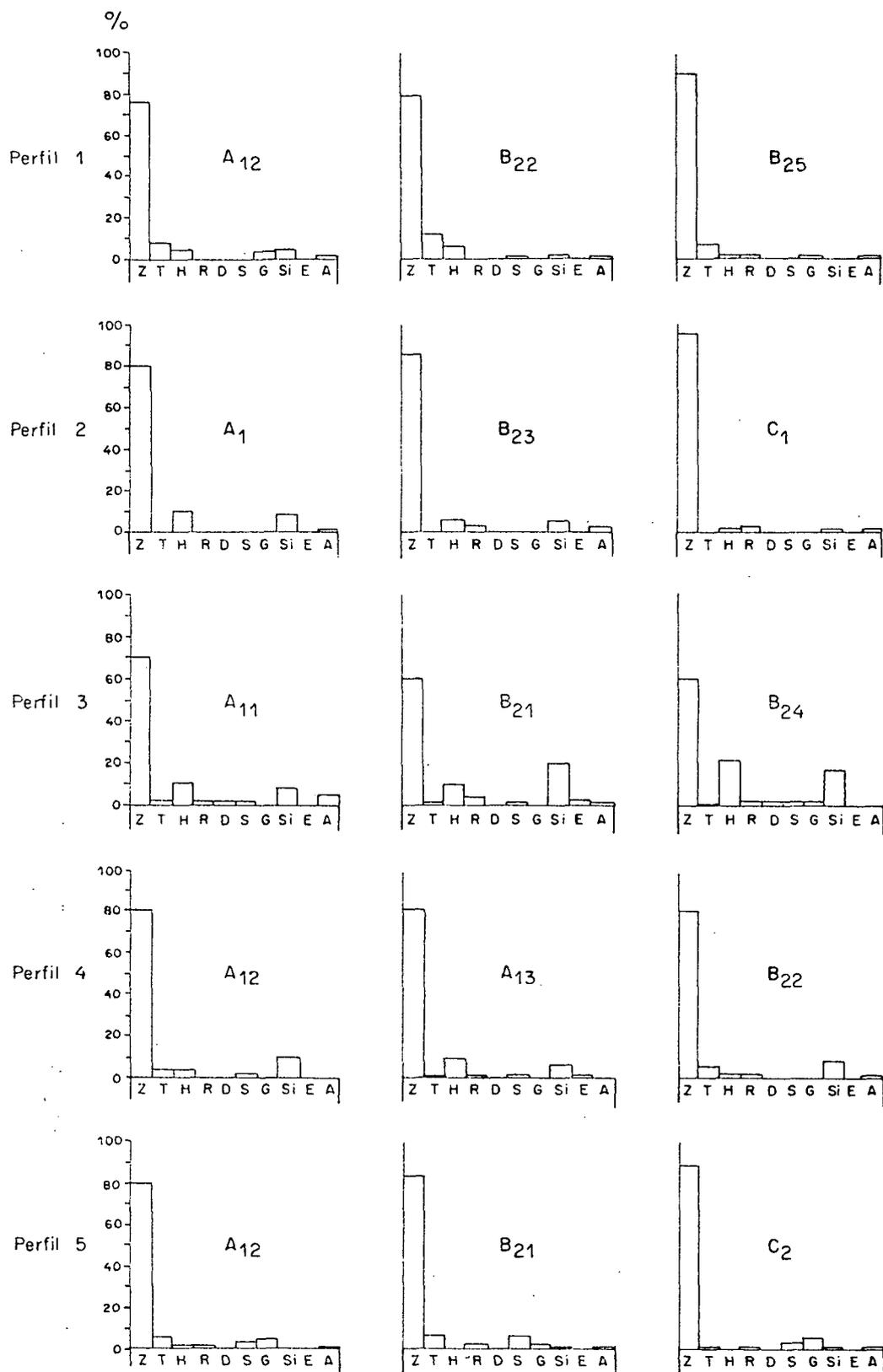


FIGURA 12 - Histogramas representando o espectro de minerais pesados (%) para alguns subhorizontes dos solos estudados. Z. Zircão, T. Turmalina, H. Hornblenda, R. Rutilo, D. Disteno, S. Estauroлита, G. Granada, Si. Silimanita, E. Epidoto, A. Anatasio.

Os baixos valores do quociente  $Feo/Fed$  caracterizaram a elevada cristalinidade dos óxidos de ferro, inclusive dos horizontes C, que apresentaram menor evolução genética em relação ao solum. No perfil 5, principalmente no subhorizonte  $C_2$  a presença de mica, aliada à maior relação silte/argila (1,9) e menor quociente  $Fed/Fet$  (0,60), indicou um menor intemperismo em relação ao subhorizonte  $B_{22}$  onde a relação silte/argila é menor (0,26) e o quociente  $Fed/Fet$  é maior (0,87).

## 6. CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Os solos estudados foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, de acordo com os critérios adotados pelo SNLCS (EMBRAPA 1988).

Quanto aos horizontes superficiais, todos os perfis apresentaram-se com características que satisfazem as condições de cor, carbono orgânico, consistência, estrutura e espessura requeridas para o A chernozêmico. Porém a saturação de bases é sempre inferior a 50%, o que permite classificá-los como horizonte A proeminente.

Para os horizontes diagnósticos subsuperficiais, tem-se que os perfis 1, 3, 4 e 5, apresentam-se com pouca diferenciação entre os subhorizontes, estruturação fraca a moderada em blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena a pequena granular, com friabilidade, espessura superior a 50cm, sem vestígios de estrutura da rocha original ou minerais primários, com capacidade de troca de cátions inferior a 13 meg./100g de argila após correção para o carbono e argila de baixa atividade. Com estas características é possível classificá-los como horizonte B latossólico.

O perfil 2 apresenta-se em subsuperfície com várias características de B latossólico, porém difere em sua morfologia em relação aos outros solos estudados. Possui menor

espessura do horizonte B (104cm) e menor espessura do solum (143cm). Quanto à consistência à úmido, este solo se comporta como firme, demonstrando uma ausência de friabilidade. A sua ctc da argila apesar de baixa, é pouco maior que a apresentada pelos outros perfis, e sua cor é mais pálida. Com base nestas diferenças morfológicas este horizonte, foi classificado como incipiente.

Através das características apresentadas, obteve-se então a classificação dos solos estudados.

Perfil 1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico A  
proeminente textura muito argilosa fase floresta  
subtropical perenifolia relevo ondulado.

Perfil 2 - CAMBISSOLO ALICO Tb A proeminente textura argilosa  
fase floresta subtropical perenifolia relevo  
ondulado substrato migmatitos.

Perfil 3 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico A  
proeminente textura argilosa fase floresta  
subtropical perenifolia relevo ondulado.

Perfil 4 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico A  
proeminente textura muito argilosa fase floresta  
subtropical perenifolia relevo ondulado.

Perfil 5 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico A  
proeminente textura argilosa fase floresta  
subtropical perenifolia relevo ondulado.

## 7. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados obteve-se as seguintes conclusões:

Os perfis de solo investigados são derivados de um mesmo material de origem (migmatitos), porém este se apresenta com variações composicionais (veios de pegmatitos), que foram detectados no perfil 2 e em menor proporção no perfil 3, principalmente pelos menores teores de argila, Fed, Fet, Mnd e Mnt, pela maior quantidade de quartzo (perfil 2) tanto na fração areia, como no esqueleto do solo, bem como pela maior proporção de hornblenda e ausência de turmalina (perfil 2).

O espectro de minerais pesados revelou principalmente pela predominância e elevado teor de zircão, que todos os solos estudados não apresentam contribuição das Formações Guabirota e Tinguis.

Apesar do perfil 2 apresentar várias características analíticas de Latossolo, exceto a elevada quantidade de esqueleto do solo, é classificado como Cambissolo devido às diferenças morfológicas apresentadas, tais como ausência de friabilidade, menor espessura e cores mais pálidas.

Pelo fato do material de origem ter sido transportado e provavelmente ter sofrido pedogênese anterior, ocorre a ausência de minerais primários de fácil intemperização, argila de baixa atividade e alto grau de evolução para o Cambissolo.

Todos os perfis estudados encontram-se muito intemperizados, conforme demonstram principalmente os resultados da relação silte/argila, CTC, quocientes entre Fed/Fet que foram comprovados pela mineralogia da fração argila.

A difratometria de raios-X revelou a predominância de caulinita sobre menores proporções de gibbsita e vermiculita com hidroxila interlamelar na fração argila, exceto no subhorizonte C<sub>2</sub> do perfil 5, que apresentou a caulinita, a mica e ausência de vermiculita com hidroxila interlamelar.

A análise de microscopia eletrônica demonstrou que ainda existem processos ativos nestes perfis, detectados pelas formas pseudo-hexagonais exibidas pelos cristais de caulinita. Isto demonstra que a corrosão sofrida pela caulinita é devido à dessilicificação deste argilo-mineral formando a gibbsita. A formação da gibbsita a partir das perdas de sílica da caulinita, também foi observada nos difratogramas de raios-X, principalmente no perfil 5 cujo subhorizonte C<sub>2</sub> apresenta a caulinita, com ausência de gibbsita e nos horizontes A e B ocorre a diminuição do pico da caulinita e presença de gibbsita. A aluminização intensa transformou a mica em vermiculita com hidroxila interlamelar.

Apesar da constituição mineralógica da fração argila no solum apresentar apenas a vermiculita com hidroxila interlamelar, caulinita e gibbsita, diversos processos de transformações e lixiviação tiveram lugar na evolução pedogenética destes perfis.

## A N E X O S

ANEXO 1 - Descrição morfológica dos perfis 1, 2, 3, 4 e 5.....	63
ANEXO 2 - Quadros dos resultados analíticos.....	74
ANEXO 3 - Difractogramas de raios-X para os subhorizontes selecionados com os diferentes tratamentos.....	83

**DESCRIÇÃO DO SOLO****A. DESCRIÇÃO GERAL**

PERFIL - 1

DATA - 16/04/1987

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico  
A proeminente textura muito argilosa fase  
floresta subtropical perenifolia relevo  
ondulado substrato migmatitos.

LOCALIZAÇÃO : Município de Araucária com as seguintes  
coordenadas geográficas:  
Latitude 25° 38' 47" S  
Longitude 49° 27' 56" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:  
Trincheira situada à meia encosta quase no  
topo sob plantação de milho.

ALTITUDE : 905m

LITOLOGIA : Migmatitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo cristalino

PERÍODO : Pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Retrabalhamento de migmatitos

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Ondulado, com colinas de topos arredondados

REGIONAL: Ondulado e suave ondulado

EROSÃO: Moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia

USO ATUAL: Lavoura de milho/batata

CLIMA: Cfb da classificação de Koppen

DESCRITO E COLETADO POR N.CHODUR

## B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- AP 0 - 16cm - bruno-escuro (8YR 3/3, úmido); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana.
- A12 16 - 33cm - bruno-escuro (8YR 3/3, úmido); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A13 33 - 44cm - bruno-escuro (7,5 YR 3/3, úmido); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A3 44 - 53cm - bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3, úmido); muito argiloso; moderada muito pequena blocos subangulares; que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B1 53 - 62cm - bruno-avermelhado-escuro a vermelho-escuro (3,0 YR 3/5, úmido); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B21 62 - 81cm - vermelho-escuro (2,5 YR 3/6, úmido); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B22 81 - 94cm - vermelho-escuro (2,5 YR 3/6, úmido); muito argiloso; moderada blocos subangulares que se desfaz em forte pequena granular; friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B23 94 - 108cm - vermelho (2,5 YR 4/8, úmido); muito argiloso; moderada média blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- B24 108 - 142cm - vermelho (10 R 4/8, úmido); muito argiloso; moderada média blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- B25 142 - 170cm - vermelho (10 R 4/8, úmido); muito argiloso; moderada média blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso.  
230 - 250cm - (trado) - vermelho (10 R 4/8, úmido), muito

argiloso; moderada média blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso.

RAIZES finas e abundantes até B1 e crotovinas até 170cm.

#### A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - 2

DATA - 26/06/1987

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISOLO ALICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado substrato migmatitos.

LOCALIZAÇÃO : Município de Araucária com as seguintes coordenadas geográficas:  
Latitude 25° 40' 03" S  
Longitude 49° 26' 59" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:  
Corte de estrada à meia encosta sob mata secundária.

ALTITUDE : 910m

LITOLOGIA : Migmatito

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo cristalino

PERÍODO : Pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Retrabalhamento de migmatitos

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Ondulado, com colinas de topos arredondados

REGIONAL: Ondulado e suave ondulado

EROSÃO: Moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia

USO ATUAL: Mata secundária

CLIMA: Cfb da classificação de Koppen

DESCRITO E COLETADO POR N.CHODUR

**B DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A1 0 - 24cm - bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); argila; moderada grande média blocos subangulares que se desfaz em moderada forte pequena e muito pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A1b 24 - 56cm - bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); argila; moderada grande média blocos subangulares que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A3 56 - 65cm - bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); argila; moderada grande média blocos subangulares que se desfaz em moderada forte muito pequena e pequena granular; firme, ligeiramente plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- (B)1 65 - 77cm - bruno-escuro (7,5 YR 3/4, úmido); argila; moderada grande e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada fraca pequena granular; firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- (B)21 77 - 87cm - bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmido); argila; moderada grande e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada a fraca pequena granular; firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- (B)22 87 - 99cm - vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido); argila; moderada grande e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada a fraca pequena granular; firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- (B)23 99 - 111cm - vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido); argila; moderada grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada a fraca pequena granular, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- (B)24 111 - 142cm - vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido); argila; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada a fraca pequena granular; cerosidade fraca e comum; firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- (B)25 142 - 156cm - vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido); argila; moderada grande blocos subangulares que se

desfaz em moderada a fraca pequena granular; cerosidade fraca e comum; firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

(B)3 156 - 169cm - vermelho (2,5 YR 4/8, úmido); argila; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada a fraca pequena granular; cerosidade fraca e comum; firme, ligeiramente plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

C1 169 - 185+ - material franco argilo arenoso.  
Obs.: presença de seixos de quartzo no (B)<sub>24</sub> (B)<sub>25</sub> e (B)<sub>26</sub>.

#### A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - 3

DATA - 26/06/1987

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico  
A proeminente textura argilosa fase floresta  
floresta subtropical perenifolia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO : Município de Contenda com as seguintes coordenadas geográficas:  
Latitude 25° 42' 26" S  
Longitude 49° 28' 41" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:  
Trincheira situada à meia encosta (quase no topo sob capoeira.

ALTITUDE : 918m

LITOLOGIA : Migmatito

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo cristalino

PERÍODO : Pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Retrabalhamento de migmatitos

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Ondulado, com colinas de topos arredondados

REGIONAL: Ondulado e suave ondulado

EROSÃO: Moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia

USO ATUAL: Terreno com capoeira ao lado de plantação de batatas

CLIMA: Cfb da classificação de Koppen

DESCRITO E COLETADO POR N.CHODUR

#### B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A11 0 - 9cm - bruno escuro (10 YR 3/3, úmido); argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A12 9 - 32cm - bruno-escuro (9 YR 3/3, úmido); argila moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A13 32 - 56cm - bruno-escuro (9 YR 3/3, úmido); argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A14 56 - 78cm - bruno-avermelhado-escuro (6 YR 3/4, úmido); argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A3 78 - 98cm - bruno-avermelhado (5 YR 4/4, úmido); argila; moderada a fraca grande média blocos subangulares que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B1 98 - 110cm - vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada forte muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B21 110 - 118cm - vermelho (2,5 YR 4/7, úmido); argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B22 118 - 127cm - vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); argila; moderada grande a média blocos subangulares que se desfaz

em moderada muito pequena e pequena granular; friável ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

B23 127 - 144cm - vermelho (2,5 YR 4/8, úmido); argila; moderada grande a média blocos subangulares que se desfaz em moderada forte muito pequena e pequena granular; friável ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

B24 144 - 168cm+ - vermelho (10 R 4/8, úmido); argila; moderada grande a média blocos subangulares que se desfaz em muito pequena e pequena granular; friável ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: Muitas no A11, comuns no A12, poucas A13 e raras no A14.

Obs.: Presença de seixos de quartzo no A3, B22 e B23.

#### A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - 4

DATA - 11/06/1987

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico  
A proeminente textura argilosa fase floresta  
subtropical perenifolia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO : Município de Contenda com as seguintes  
coordenadas geográficas:  
Latitude 25° 42' 13" S  
Longitude 49° 31' 54" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:  
Corte de estrada a meia encosta próximo à  
plantação de batatas .

ALTITUDE : 907m

LITOLOGIA : Migmatito

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo cristalino

PERÍODO : Pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Retrabalhamento de migmatitos

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Ondulado, com colinas de topos arredondados

REGIONAL: Ondulado e suave ondulado

EROSÃO: Moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia

USO ATUAL: Terreno com capoeira ao lado de plantação de batatas

CLIMA: Cfb da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR N.CHODUR

#### B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A11 0 -11cm - bruno escuro (7,5YR 3/2, úmido); argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A12 11- 41cm - bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); muito argiloso moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A13 41 - 61cm - bruno-aermelhado-escuro (5 YR 3/3, úmido) muito argiloso; moderada grande a média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A3 61 - 74cm -vermelho-escuro a bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/5, úmido); muito argiloso; moderada grande a média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- B1 74 - 88cm - vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido);muito argiloso; moderada grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramentne plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- B21 88 - 108cm - vermelho (2,5 YR 4/7, úmido); muito argiloso; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição

clara e plana.

B22 108 - 123cm - vermelho (10 R 4/7, úmido); muito argiloso; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

B23 123 = 179cm+ - vermelho (10 R 4/7, úmido); muito argiloso; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES - Muitas no A11 e A12; comuns A13 e A3; poucas e raras no B21.

#### A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - 5

DATA - 16/04/1987

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ALICO epidistrófico  
A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO : Município de Contenda com as seguintes coordenadas geográficas:  
Latitude 25° 41. 32" S  
Longitude 49° 33. 12" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:  
Trincheira pouco abaixo de topo de elevação sob mata secundária .

ALTITUDE : 928m

LITOLOGIA : Migmatito

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo cristalino

PERÍODO : Pré-cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Retrabalhamento de migmatitos

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Ondulado, com colinas de topos arredondados

REGIONAL: Ondulado e suave ondulado

EROSÃO: Moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifolia

USO ATUAL: Terreno com mata secundária

CLIMA: Cfb da classificação de Koppen

DESCRITO E COLETADO POR N.CHODUR.

#### B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A11 0 - 8cm - bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido); argila; forte muito pequena granular; friável, plástico e ligeiramente plástico; transição clara e plana.
- A12 8 - 21cm bruno-escuro (7,5 YR 3/3, úmido); argila; forte muito pequena granular; friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A13 21 - 40cm - bruno-escuro (7,5 YR 3/4, úmido); argila; moderada média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A3 40 - 48cm - bruno-avermelhado (5 YR 4/4, úmido); argila; moderada média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B1 48 - 61cm - bruno-avermelhado (5 YR 4/5, úmido); argila; fraca grande e pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- B21 61 - 80cm - vermelho-amarelado (4 YR 4/5, úmido); argila; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável a muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- B22 80 - 104cm - vermelho (2,5 YR 4/7, úmido); argila; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável a muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- B23 104 - 123cm - vermelho (2,5 YR 4/7, úmido); argila; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- B24 123 - 157cm - vermelho (2,5 YR 4/8, úmido); argila; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e

plana.

B3 157 - 182cm - vermelho-escuro (2,5 YR 3/6, úmido); argila; fraca grande a pequena blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

CI 182 - 210cm - vermelho-escuro (2,5 YR 3/6, úmido); franco argilo arenoso; moderada média blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e pegajoso.

CII 210 - 220cm+ - branco forte (7,5 YR 5/8, úmido); rocha decomposta.

RAÍZES - Médias e abundantes até A12.

OBS.: Grãos de quartzo em B23.

HORIZ.	PROF. cm	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA %					SILTE — ARGILA	DENSIDADE PARTICULAS
		AREIA GROSSA 2-02mm	AREIA FINA 0,2-0,05mm	AREIA TOTAL	SILTE 0,05-0,002mm	ARGILA <0,002mm		
PERFIL 1								
A11p	0-16	10	09	19	19	62	0,31	2,35
A12	16-33	9	10	18	18	64	0,29	2,35
A13	33-34	9	9	17	15	68	0,23	2,56
A3	44-53	9	9	17	13	70	0,18	2,57
B1	53-62	9	9	18	13	69	0,19	2,60
B21	62-81	8	9	16	14	70	0,20	2,60
B22	81-94	7	8	16	12	72	0,16	2,64
B23	94-108	7	9	16	13	71	0,19	2,66
B24	108-142	7	10	18	12	70	0,17	2,66
B25	142-170	13	11	23	11	66	0,16	2,67
Trado	210	10	13	23	21	56	0,36	2,68
PERFIL 2								
A1	0-24	20	19	39	16	45	0,35	2,43
A1b	24-56	17	19	36	17	47	0,36	2,53
A3	56-65	19	22	41	11	48	0,22	2,52
(B)1	65-77	19	22	41	11	48	0,22	2,66
(B)21	77-87	18	21	39	12	49	0,24	2,62
(B)22	87-99	16	21	37	12	51	0,23	2,63
(B)23	99-111	17	20	37	12	51	0,23	2,63
(B)24	111-142	16	19	35	15	50	0,30	2,63
(B)25	142-156	16	22	38	15	47	0,31	2,64
(B)3	156-169	19	22	41	15	44	0,34	2,64
C1	169-185	35	21	56	14	30	0,41	2,66
PERFIL 3								
A11	0-9	19	14	33	18	49	0,37	2,37
A12	9-32	16	15	31	18	51	0,36	2,46
A13	32-56	18	16	34	20	46	0,42	2,57
A14	56-78	21	16	37	13	50	0,26	2,61
A3	78-98	18	15	33	12	55	0,22	2,60
B1	98-110	19	15	34	14	52	0,26	2,60
B21	110-118	18	16	34	13	53	0,25	2,57
B22	118-127	16	18	34	12	54	0,23	2,58
B23	127-144	19	16	35	14	51	0,27	2,62
B24	144-168+	17	17	34	10	56	0,18	2,62

## Características físicas dos perfis 4 e 5

HORIZ.	PROF. cm	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA %					SILTE ARGILA	DENSIDADE PARTICULAS
		AREIA GROSSA 2-02mm	AREIA FINA 0,2-0,05mm	AREIA TOTAL	SILTE 0,05-0,002mm	ARGILA <0,002mm		
PERFIL 4								
A11p	0-11	6	9	15	25	60	0,42	2,23
A12	11-41	6	9	15	23	62	0,37	2,42
A13	41-61	6	10	16	16	68	0,24	2,48
A3	61-74	6	10	16	15	69	0,22	2,48
B1	74-108	8	10	18	16	66	0,24	2,54
B21	88-108	7	10	17	14	69	0,20	2,52
B22	108-123	6	10	16	14	70	0,20	2,60
B23	123-170+	7	10	17	14	69	0,20	2,58
PERFIL 5								
A11	0-8	9	8	17	25	58	0,43	2,29
A12	8-21	10	9	19	20	61	0,33	2,38
A13	21-40	9	9	18	20	62	0,32	2,51
A3	40-48	9	9	18	21	61	0,34	2,51
B1	48-61	9	9	18	16	66	0,24	2,51
B21	61-80	8	10	18	17	65	0,26	2,55
B22	80-104	11	10	21	22	57	0,39	2,55
B23	104-123	9	11	20	20	60	0,33	2,58
B24	123-157	8	11	19	23	58	0,40	2,56
B3	157-182	10	16	26	25	49	0,51	2,58
C1	182-210	10	17	27	28	45	0,62	2,65
C2	210-220+	9	22	31	45	24	1,90	2,72

QUADRO 3 - Características químicas dos perfis 1,2 e 3.

HORIZ.	PROF. cm	pH		H + Al		Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P <sup>+</sup>	CZ	S	CTC solo	CTC Argila	U%	m%
		AGUA KCl	Acetato	†	†											
PERFIL 1																
A11p	0-16	5,5	4,7	8,0	0,4	7,6	6,5	0,39	5	3,4	6,89	14,09	24,28	46,27	5,48	
A12	16-33	5,1	4,4	10,2	1,5	6,7	3,7	0,16	3	3,3	3,86	14,06	22,25	27,45	27,98	
A13	33-44	4,8	4,3	11,1	2,7	8,4	1,4	0,11	1	2,9	1,5	12,61	18,75	11,97	64,13	
A3	44-53	4,7	4,3	9,3	2,6	6,7	1,2	0,09	1	1,6	1,29	10,59	15,11	12,18	66,83	
B1	53-62	4,7	4,4	8,9	2,5	6,4	1,0	0,09	1	1,5	1,09	9,19	13,35	11,86	69,63	
B21	62-81	4,6	4,5	7,7	1,9	5,8	0,9	0,05	1	1,3	0,93	8,65	12,37	10,98	66,66	
B22	81-94	4,7	4,7	5,2	0,6	4,6	0,9	0,03	1	0,9	0,93	6,13	8,40	15,17	39,21	
B23	94-108	4,8	4,9	3,9	0,4	3,5	0,8	0,02	1	0,7	0,82	4,72	6,66	17,37	32,78	
B24	108-142	5,1	5,2	3,1	0,2	2,9	0,8	0,01	1	0,3	0,81	3,91	5,56	20,71	19,80	
B25	142-170	4,8	4,7	4,5	1,2	3,3	0,7	0,01	1	0,3	0,71	5,21	7,88	13,62	62,82	
Trado	210	5,1	5,0	3,0	0,4	2,6	0,6	0,01	1	0,3	0,61	3,61	6,38	16,89	39,60	
PERFIL 2																
A1	0-24	4,7	4,4	14,5	4,6	9,9	1,3	0,15	1	3,6	1,45	15,95	35,69	9,09	76,03	
A1b	24-56	4,8	4,5	13,6	4,2	9,4	1,0	0,06	1	2,9	1,06	14,66	32,95	7,23	79,84	
A3	56-65	4,9	4,6	9,2	3,1	6,1	0,9	0,01	1	1,6	0,91	10,11	21,57	9,00	77,30	
(B)1	65-77	5,1	4,5	6,6	2,5	4,1	1,0	0,01	1	0,9	1,01	7,61	16,30	13,27	71,22	
(B)21	77-87	5,0	4,5	6,0	2,3	3,7	1,1	0,01	1	0,8	1,11	7,11	14,81	15,61	67,44	
(B)22	87-99	4,9	4,5	5,0	1,8	3,2	1,1	0,01	1	0,6	1,11	6,11	12,41	18,16	61,85	
(B)23	99-111	4,9	4,5	4,5	1,5	3,0	1,0	0,01	1	0,5	1,01	5,51	11,21	18,33	59,76	
(B)24	111-142	4,7	4,4	5,2	2,5	2,7	1,2	0,01	1	0,5	1,21	6,41	13,44	18,87	67,38	
(B)25	142-156	4,7	4,4	4,9	2,6	2,3	1,0	0,01	1	0,5	1,01	5,91	12,85	17,08	72,02	
(B)3	156-169	4,7	4,4	4,3	2,5	1,8	1,0	0,01	1	0,1	1,01	5,31	12,62	19,02	71,22	
C1	169-185	4,4	4,3	4,9	4,1	0,8	1,2	0,01	1	0,1	1,21	6,11	20,55	19,80	77,21	
PERFIL 3																
A11	0-9	4,7	4,3	13,0	3,9	9,1	4,6	0,30	14	3,7	4,98	17,90	36,09	27,37	44,30	
A12	9-32	5,2	4,5	10,2	2,0	8,2	4,3	0,10	2	3,7	4,49	14,60	29,09	30,13	31,25	
A13	32-56	4,9	4,4	9,9	3,2	6,7	1,6	0,06	1	2,3	1,36	11,56	24,82	14,35	65,84	
A14	56-78	5,1	4,4	8,7	2,7	6,0	1,5	0,04	1	1,6	1,54	10,24	20,23	15,03	63,67	
A3	78-98	5,4	4,5	7,7	2,1	5,6	1,2	0,03	1	1,2	1,23	8,93	17,10	13,77	63,06	
B1	98-110	5,5	4,5	6,7	1,6	5,1	1,2	0,02	1	1,1	1,22	7,92	15,15	15,40	56,73	
B21	110-118	5,6	4,6	5,4	1,1	4,3	1,2	0,01	1	1,0	1,21	6,61	12,46	18,30	47,61	
B22	118-127	5,8	4,7	4,0	0,5	3,5	1,3	0,01	1	0,7	1,31	5,31	9,87	24,67	27,62	
B23	127-144	5,9	4,9	3,5	0,2	3,3	1,2	0,01	1	0,5	1,21	4,71	9,16	25,69	14,18	
B24	144-168+	6,1	5,3	2,5	0,0	2,5	1,2	0,01	1	0,3	1,21	3,71	6,62	32,61	0,00	

† - meq/100g de solo  
 †† - ppm  
 ††† - meq/100g de argila

QUADRO 3 - Continuação - Características químicas dos perfis 4 e 5.

HORIZ.	PROF. cm	pH		H + Al		Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P <sup>+</sup>	C%	S	CTC solo	CTC Argila	U%	m%
		AGUA	KCl	Acetato	Acetato											
PERFIL 4																
A11p	0-11	5,2	4,4	14,1	1,6	12,5	6,7	0,58	2	5,0	7,28	21,38	35,50	34,05	18,01	
A12	11-41	5,1	4,4	12,8	3,4	9,4	1,2	0,19	1	3,1	1,39	14,19	23,05	9,79	70,98	
A13	41-61	5,2	4,4	11,4	2,8	8,6	1,2	0,06	1	2,4	1,26	12,66	18,75	9,95	68,96	
A3	61-74	5,2	4,5	9,9	2,4	7,5	1,3	0,02	1	1,9	1,32	11,32	16,08	11,76	64,51	
B1	74-108	5,3	4,6	8,3	1,7	6,6	1,2	0,02	1	1,5	1,22	9,52	14,45	12,81	58,21	
B21	88-108	5,5	4,6	6,1	1,1	5,0	1,1	0,02	1	1,0	1,12	7,22	10,45	15,51	49,54	
B22	108-123	5,6	4,8	4,9	0,7	4,2	1,0	0,01	1	0,7	1,01	5,91	8,48	17,08	40,93	
B23	123-170+	5,9	5,1	3,3	0,0	3,3	1,1	0,01	1	0,5	1,11	4,41	6,35	25,17	0,00	
PERFIL 5																
A11	0-8	5,0	4,5	11,9	1,6	10,3	4,7	0,39	2	3,8	5,09	16,99	29,00	29,95	23,91	
A12	8-21	4,9	4,4	11,7	2,1	9,6	3,0	0,28	1	3,5	3,28	14,98	24,58	21,89	39,03	
A13	21-40	4,8	4,4	10,7	2,3	8,4	2,2	0,19	1	3,1	2,39	13,09	21,06	18,25	49,04	
A3	40-48	4,9	4,4	9,2	2,3	6,9	1,4	0,09	1	2,4	1,49	10,69	17,12	13,93	60,68	
B1	48-61	5,2	4,5	7,0	1,6	5,4	1,3	0,05	1	1,4	1,35	8,35	12,74	16,16	54,23	
B21	61-80	5,4	4,8	5,1	0,6	4,5	1,1	0,12	1	1,3	1,22	6,32	9,83	19,30	32,96	
B22	80-104	4,9	4,9	4,8	0,5	4,3	1,2	0,03	1	1,0	1,23	6,03	10,72	20,39	29,90	
B23	104-123	5,0	5,1	4,0	0,3	3,7	1,0	0,01	1	0,6	1,01	5,01	8,38	20,15	22,90	
B24	123-157	5,1	5,1	3,3	0,4	2,9	1,2	0,01	1	0,6	1,21	4,51	7,87	26,82	24,84	
B3	157-182	4,9	4,7	3,5	1,2	2,3	1,1	0,01	1	0,1	1,11	4,61	9,48	24,07	51,94	
C1	182-210	5,0	4,6	3,9	1,4	2,5	1,2	0,01	1	0,1	1,21	5,11	11,35	23,67	55,77	
C2	210-220+	5,0	4,6	3,5	1,4	2,1	1,3	0,01	1	0,1	1,31	4,81	19,70	27,23	51,66	

\* - meq/100g de solo

\*\* - ppm

\*\*\* - meq/100g de argila

HORIZ.	PROF. cm	mg/100g solo DITIONITO			mg/100g solo PIROFOSFATO			mg/100g solo OXALATO			mg/100g solo TOTAL		
		Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn
PERFIL 1													
A11p	0-16	6225	2455	8,45	248,5	255	1,50	226	550	2,25	6600	15000	12,0
A12	16-33	6150	2545	8,70	225	325	1,55	245	490	2,75	6700	14600	12,0
A13	33-44	5925	2495	7,20	260	340	1,15	245	570	1,90	7100	15600	11,0
A3	44-53	6700	2220	8,90	139,5	245	1,10	130	550	2,35	7100	15600	12,0
B1	53-62	6300	2050	8,40	90,0	250	1,10	140	485	2,35	7200	15500	12,0
B21	62-81	6650	2210	8,65	30,0	230	1,00	121	485	2,05	7500	16500	11,0
B22	81-94	6650	1655	10,35	12,5	124	0,95	129	505	1,60	7500	17100	11,0
B23	94-108	6000	1360	9,25	7,3	120	1,00	112	460	0,60	7900	17000	11,0
B24	108-142	6375	998	15,9	6,0	89	0,95	145	445	2,00	7500	19700	16,0
B25	142-170	5775	890	10,8	6,8	190	0,95	148	550	0,30	8000	16900	12,0
Trado	210	6325	768	15,9	4,5	260	0,55	143	535	1,55	7500	18100	16,0
PERFIL 2													
A1	0-24	2400	1645	3,0	514	700	0,90	227	600	0,90	3300	9600	10,0
A1b	24-56	2575	1205	2,7	520	700	0,85	234	600	0,80	3400	9700	10,0
A3	56-65	2712	1225	3,1	290	409	0,85	145	560	1,00	3600	10100	10,0
(B)1	65-77	2637	1210	3,5	120,0	503	0,70	94	555	0,60	3600	10100	10,0
(B)21	77-87	2487	770	3,0	56,5	485	0,75	94	560	0,70	3600	10100	10,0
(B)22	87-99	2700	935	3,5	18,5	430	0,70	71	470	0,55	3700	10600	10,0
(B)23	99-111	2775	980	3,4	14,3	370	0,70	74	480	0,35	3800	10600	10,0
(B)24	111-142	2537	610	5,2	8,0	315	0,80	67	435	0,20	3700	10600	11,0
(B)25	142-156	2500	565	7,5	7,5	300	0,80	68	440	0,30	3700	10500	12,0
(B)3	156-169	2512	540	7,3	7,4	365	0,85	67	555	0,20	3300	10000	12,0
C1	169-185	1250	245	3,4	6,2	180	0,85	40	320	0,05	2000	8500	10,0
PERFIL 3													
A11	0-9	3387	1360	11,1	514	615	2,25	199	510	6,35	4200	9900	16,0
A12	9-32	3475	1345	10,2	565	600	1,80	185	450	6,60	4300	10600	15,0
A13	32-56	3425	1515	6,3	540	650	0,95	199	490	2,20	4400	10700	14,0
A14	56-78	3737	1415	6,9	389	550	0,90	137	500	2,25	4700	11200	13,0
A3	78-98	4125	1470	8,0	345	525	1,0	179	500	3,40	4700	12400	14,0
B1	98-110	3937	1455	7,3	245,5	450	0,95	205	550	2,95	4700	12000	14,0
B21	110-118	3925	1225	6,0	82,5	407	0,75	130	570	1,15	4600	11800	12,0
B22	118-127	3787	900	4,6	14,6	335	0,60	86	515	0,35	4500	11800	11,0
B23	127-144	2875	690	5,6	7,2	110	0,85	71	345	0,50	4700	12400	13,0
B24	144-168+	3275	605	7,1	5,1	78	0,85	72	310	0,30	4800	12600	14,0

HORIZ.	PROF. cm	mg/100g solo DITIONITO			mg/100g solo PIROFOSFATO			mg/100g solo OXALATO			mg/100g solo TOTAL		
		Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn
PERFIL 4													
A11p	0-11	4675	1630	11,4	249,0	385	3,05	232	560	6,65	4900	13300	15,0
A12	11-41	5250	1800	7,0	220,0	385	1,20	251	585	2,30	5400	13500	12,0
A13	41-61	5350	2015	7,8	155,0	365	1,10	200	690	2,65	5600	15400	13,0
A3	61-74	5625	1790	8,4	95,0	325	1,05	170	550	3,10	5930	15300	14,0
R1	74-108	5400	1225	8,3	84,0	252	0,95	275	680	2,90	6100	15000	13,0
B21	88-108	4900	1185	7,1	15,5	220	0,85	204	480	1,50	5500	15300	11,0
B22	108-123	5325	1050	7,5	8,2	165	0,85	129	530	0,40	5600	15600	11,0
B23	123-170+	5325	700	8,3	6,0	95	0,85	129	350	0,30	5900	15800	13,0
PERFIL 5													
A11	0-8	5525	1325	28,9	148,0	225	12,50	202	425	20,50	6200	13900	29,0
A12	8-21	5956	1430	24,9	141,5	275	4,85	256	530	15,00	6200	13700	25,0
A13	21-40	5975	1475	20,8	118,5	270	3,25	198	575	11,00	6200	14000	21,0
A3	40-48	5900	1485	11,4	70,0	275	1,30	177	520	3,60	6700	14700	16,0
R1	48-61	6425	1460	11,0	15,6	210	1,00	127	510	2,40	6700	15000	16,0
B21	61-80	6275	1395	11,0	11,6	185	0,90	110	505	2,15	7200	15600	16,0
B22	80-104	6675	1430	8,7	11,1	215	0,95	151	690	1,05	7000	16600	13,0
B23	104-123	5800	1190	11,3	9,0	190	0,95	156	620	1,65	7000	16200	14,0
B24	123-157	5050	890	8,9	7,7	180	1,0	101	725	0,45	7200	16100	13,0
B3	157-182	5675	500	16,6	6,0	100	1,10	76	430	1,65	7300	16100	20,0
C1	182-210	5050	425	16,1	5,8	120	1,20	71	320	1,40	6700	16000	18,0
C2	210-220+	5075	495	50,0	6,5	87	1,35	43	320	6,60	8400	13900	51,0

QUADRO 5 - Quocientes Feo/Fed, Alo/Ald, Mno/Mnd e Fed/Fet, Ald/Alt e Mnd/Mnt para os perfis 1, 2 e 3. 80

HORIZ.	PROF. cm	Feo	Alo	Mno	Fed	Ald	Mnd
		Fed	Ald	Mnd	Fet	Alt	Mnt
PERFIL 1							
A11p	0-16	0,036	0,224	0,266	0,94	0,16	0,70
A12	16-33	0,039	0,192	0,316	0,92	0,17	0,72
A13	33-44	0,041	0,228	0,263	0,83	0,16	0,65
A3	44-53	0,019	2,247	0,264	0,94	0,14	0,74
B1	53-62	0,022	0,236	0,279	0,87	0,13	0,70
B21	62-81	0,018	0,219	0,236	0,88	0,13	0,78
B22	81-94	0,019	0,305	0,154	0,86	0,09	0,94
B23	94-108	0,018	0,338	0,064	0,76	0,08	0,84
B24	108-142	0,022	0,445	0,125	0,85	0,05	0,99
B25	142-170	0,025	0,617	0,027	0,72	0,05	0,90
Trado	210	0,022	0,696	0,097	0,84	0,04	0,99
PERFIL 2							
A1	0-24	0,094	0,364	0,300	0,72	0,17	0,30
A1b	24-56	0,090	0,497	0,296	0,75	0,12	0,27
A3	56-65	0,053	0,457	0,322	0,75	0,12	0,31
(B)1	65-77	0,035	0,458	0,171	0,73	0,12	0,35
(B)21	77-87	0,037	0,727	0,233	0,69	0,07	0,30
(B)22	87-99	0,026	0,502	0,157	0,73	0,09	0,35
(B)23	99-111	0,026	0,489	0,102	0,73	0,09	0,34
(B)24	111-142	0,026	0,713	0,038	0,68	0,05	0,47
(B)25	142-156	0,027	0,778	0,040	0,67	0,05	0,62
(B)3	156-169	0,026	0,027	0,027	0,76	0,05	0,61
C1	169-185	0,032	1,306	0,014	0,62	0,03	0,34
PERFIL 3							
A11	0-9	0,058	0,335	0,572	0,80	0,13	0,69
A12	9-32	0,053	0,334	0,647	0,81	0,12	0,68
A13	32-56	0,058	0,323	0,349	0,78	0,14	0,45
A14	56-78	0,036	0,353	0,326	0,79	0,12	0,53
A3	78-98	0,043	0,340	0,425	0,87	0,12	0,57
B1	98-110	0,052	0,370	0,404	0,83	0,12	0,52
B21	110-118	0,033	0,465	0,191	0,85	0,10	0,50
B22	118-127	0,026	0,572	0,076	0,73	0,07	0,42
B23	127-144	0,024	0,500	0,089	0,61	0,05	0,43
B24	144-168+	0,021	0,512	0,042	0,68	0,05	0,51

QUADRO 5 - Continuação - Quocientes Feo/Fed, Alo/Ald, Mno/Mnd e Fed/Fet, Ald/Alt e Mnd/Mnt, para os perfis 4 e 5

HORIZ.	PROF. cm	$\frac{Feo}{Fed}$	$\frac{Alo}{Ald}$	$\frac{Mno}{Mnd}$	$\frac{Fed}{Fet}$	$\frac{Ald}{Alt}$	$\frac{Mnd}{Mnt}$
PERFIL 4							
A11p	0-11	0,049	0,343	0,583	0,95	0,12	0,76
A12	11-41	0,047	0,325	0,328	0,97	0,13	0,58
A13	41-61	0,037	0,342	0,339	0,95	0,13	0,60
A3	61-74	0,030	0,307	0,369	0,95	0,11	0,60
B1	74-108	0,050	0,372	0,349	0,88	0,12	0,64
B21	88-108	0,041	0,405	0,211	0,89	0,07	0,64
B22	108-123	0,024	0,504	0,053	0,95	0,06	0,68
B23	123-170+	0,024	0,500	0,036	0,90	0,04	0,64
PERFIL 5							
A11	0-8	0,036	0,320	0,709	0,89	0,09	0,99
A12	8-21	0,042	0,370	0,602	0,96	0,10	0,99
A13	21-40	0,033	0,389	0,528	0,96	0,10	0,99
A3	40-48	0,030	0,350	0,315	0,88	0,10	0,71
B1	48-61	0,019	0,349	0,218	0,96	0,09	0,69
B21	61-80	0,017	0,362	0,195	0,87	0,09	0,69
B22	80-104	0,024	0,482	0,120	0,86	0,08	0,67
B23	104-123	0,026	0,521	0,146	0,83	0,07	0,81
B24	123-157	0,020	0,814	0,050	0,70	0,05	0,68
B3	157-182	0,001	0,860	0,099	0,77	0,03	0,83
C1	182-210	0,014	0,752	0,086	0,75	0,02	0,89
C2	210-220+	0,008	0,646	0,110	0,60	0,03	0,98

QUADRO 6 - Quantidade de minerais pesados em (%)

PERFIS	1			2			3			4			5		
SUB-HORIZONTES Prof.(cm)	A12 16-33	B22 81-94	B25 142-170	A1 0-24	B23 99-111	C1 169-185	A11 0-9	B21 110-118	B24 144-168	A12 11-41	A13 41-61	B22 108-183	A12 8-21	B22 80-104	C1 182-210
Extremamente estáveis															
Zircão	76	79	89	80	85	95	71	60	61	80	81	81	80	83	88
Turmalina	8	12	7	-	-	-	2	1	1	4	1	6	6	6	1
Anatásio	2	1	1	1	2	1	5	1	-	-	-	1	1	1	1
Rutilo	-	-	1	-	3	2	1	4	2	-	1	2	2	2	1
Estáveis															
Disteno	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-
Estaurolita	-	1	-	-	-	-	1	1	2	2	1	-	4	5	3
Granada	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	5
Silimanita	5	1	-	8	5	1	8	21	8	10	6	8	-	1	1
Pouco estáveis															
Epidoto	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-
Hornblenda	5	6	1	10	5	1	11	10	22	4	9	2	2	-	-

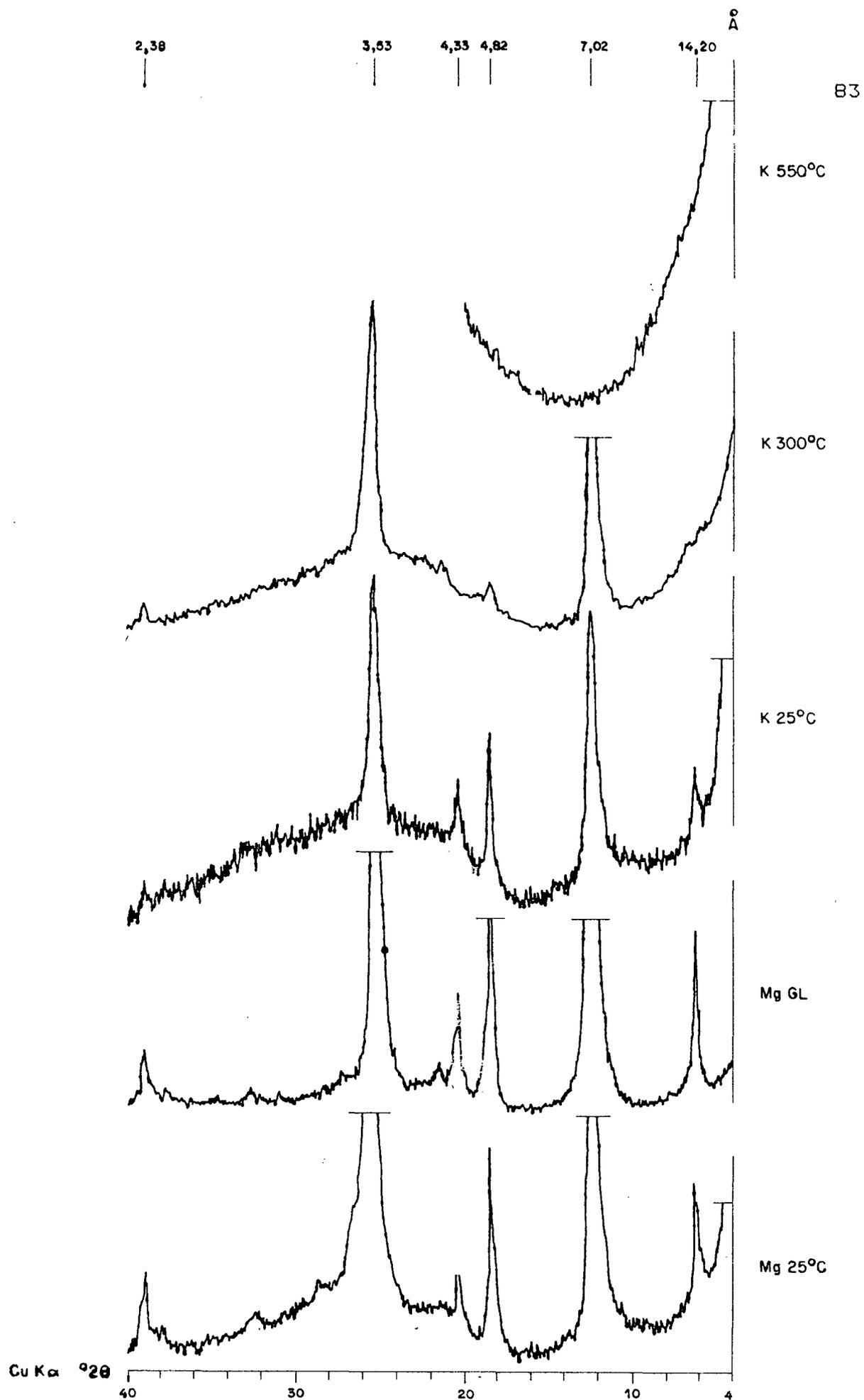


FIGURA 13 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>12</sub> do perfil 1.

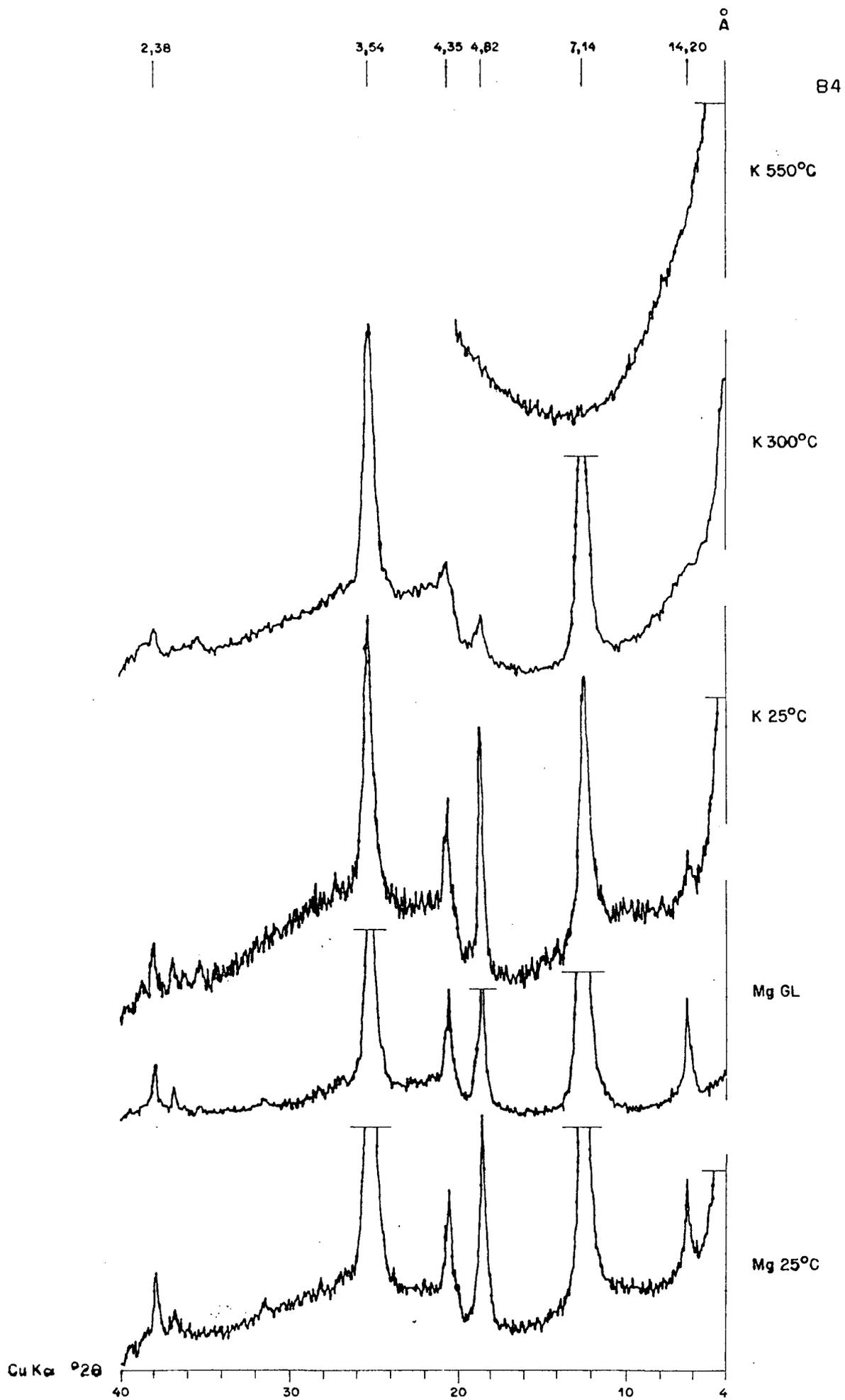


FIGURA 14 - Difractogramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte B<sub>22</sub> do perfil 1.

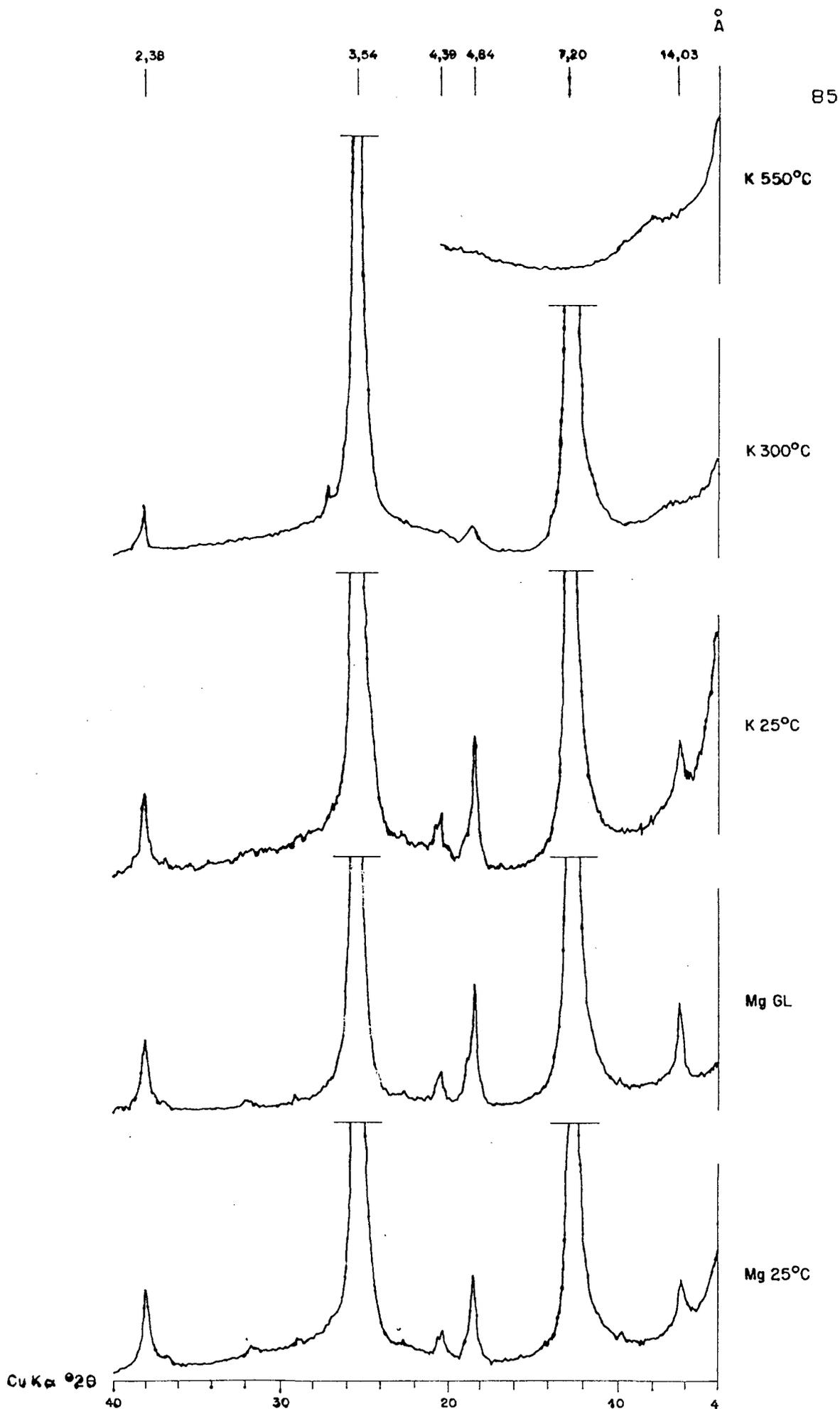


FIGURA 15 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>1</sub> do perfil 2.

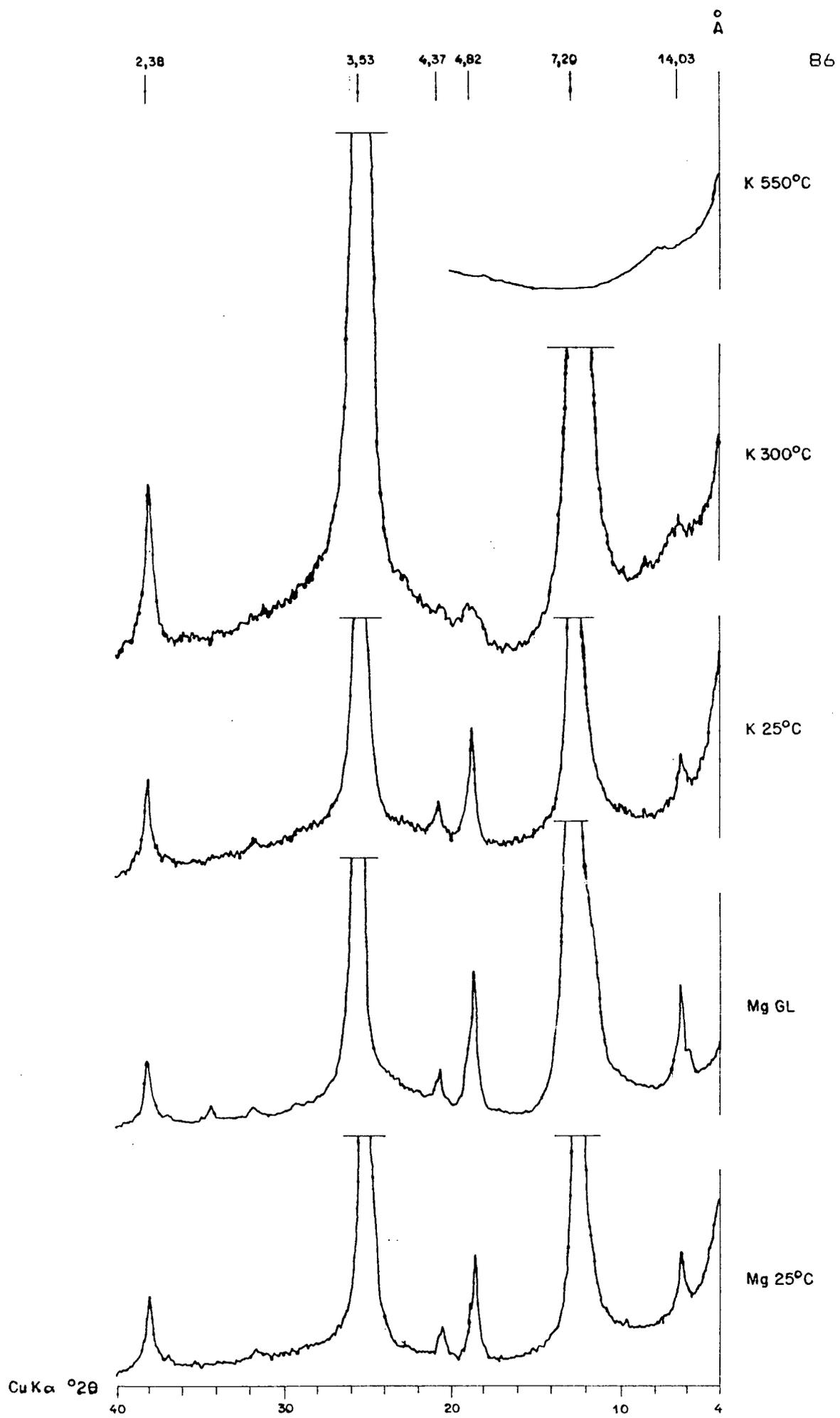


FIGURA 16 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>1b</sub> do perfil 2.

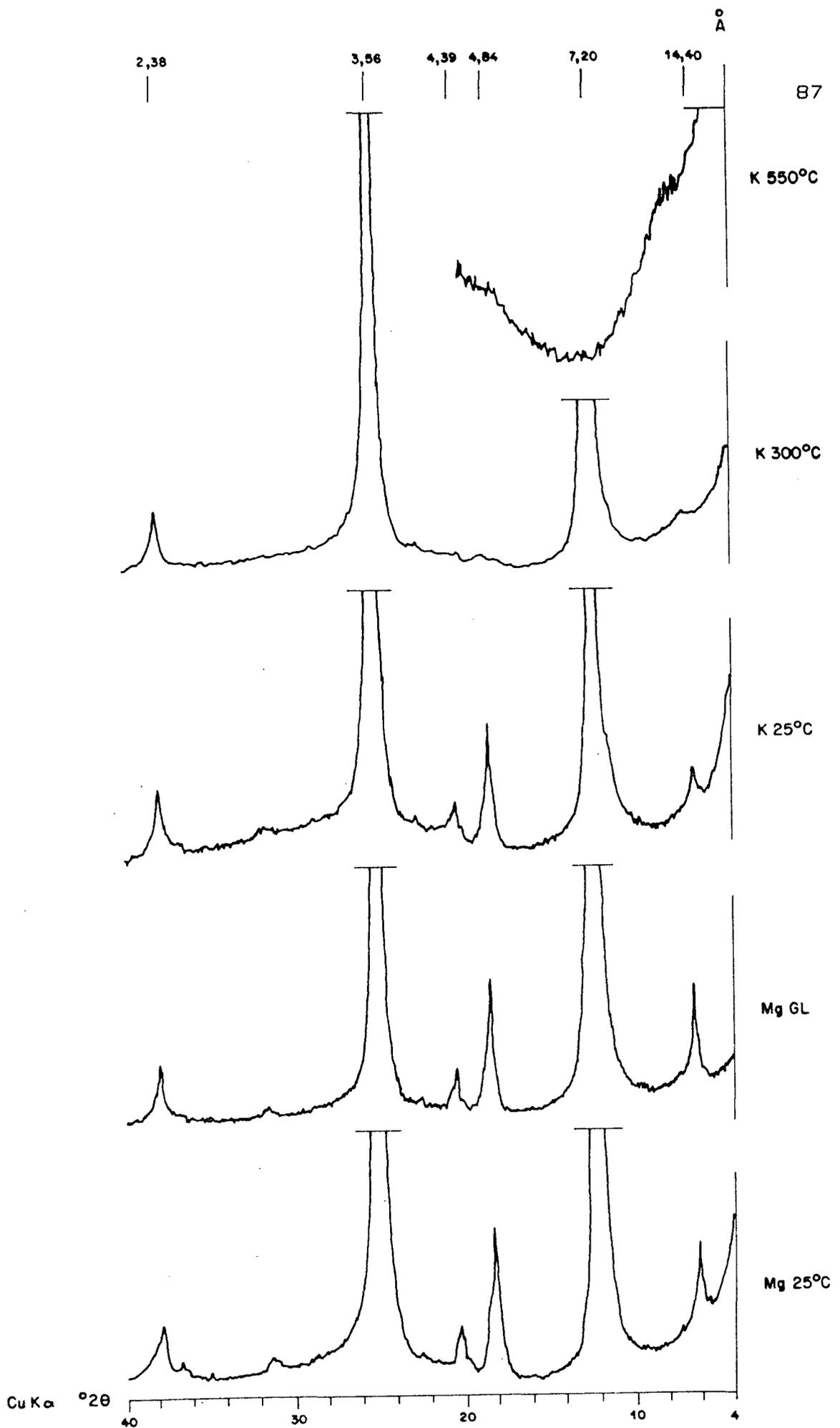


FIGURA 17 - Difractogramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte (B)<sub>23</sub> do perfil 2.

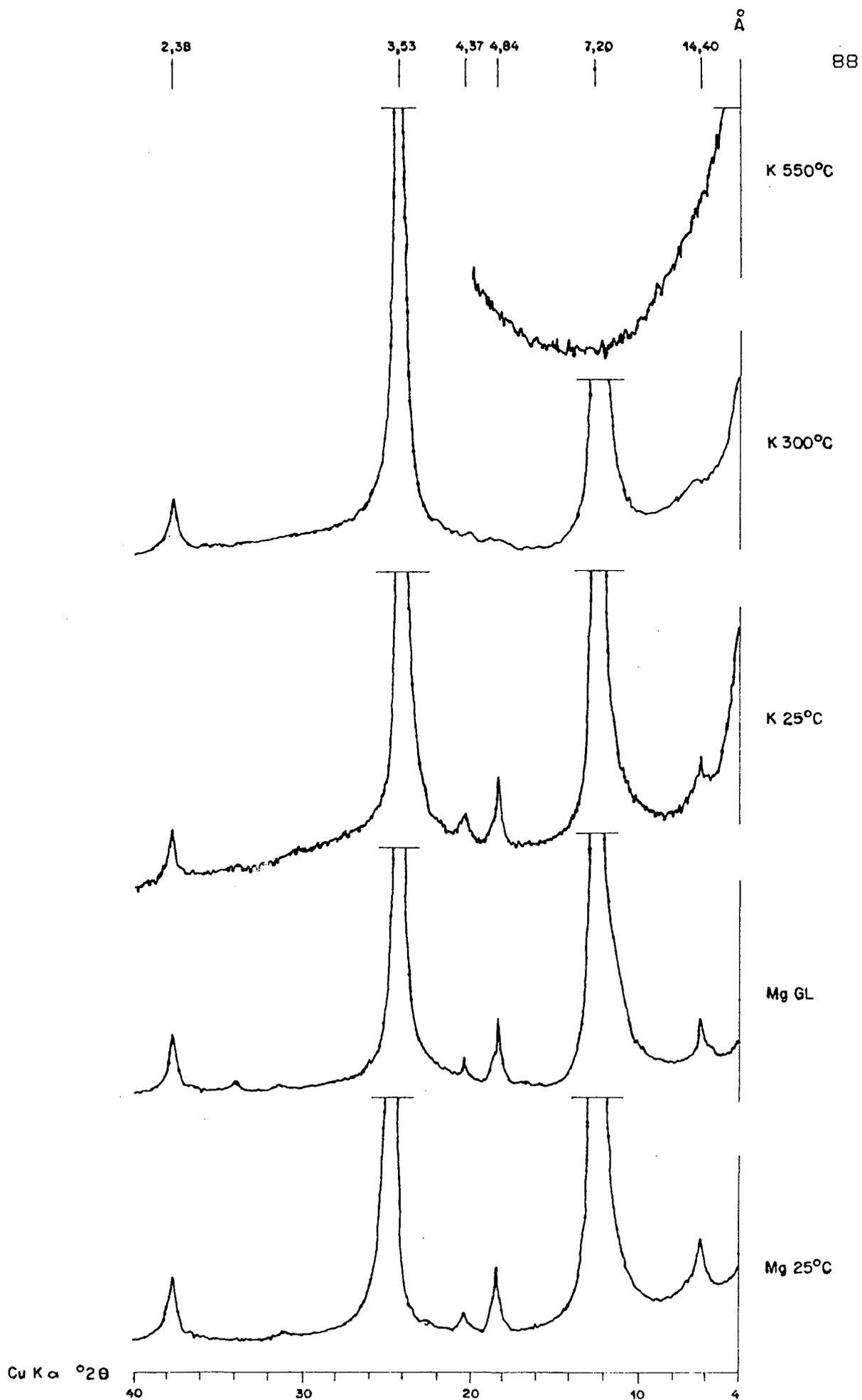


FIGURA 18 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte C<sub>1</sub> do perfil 2.

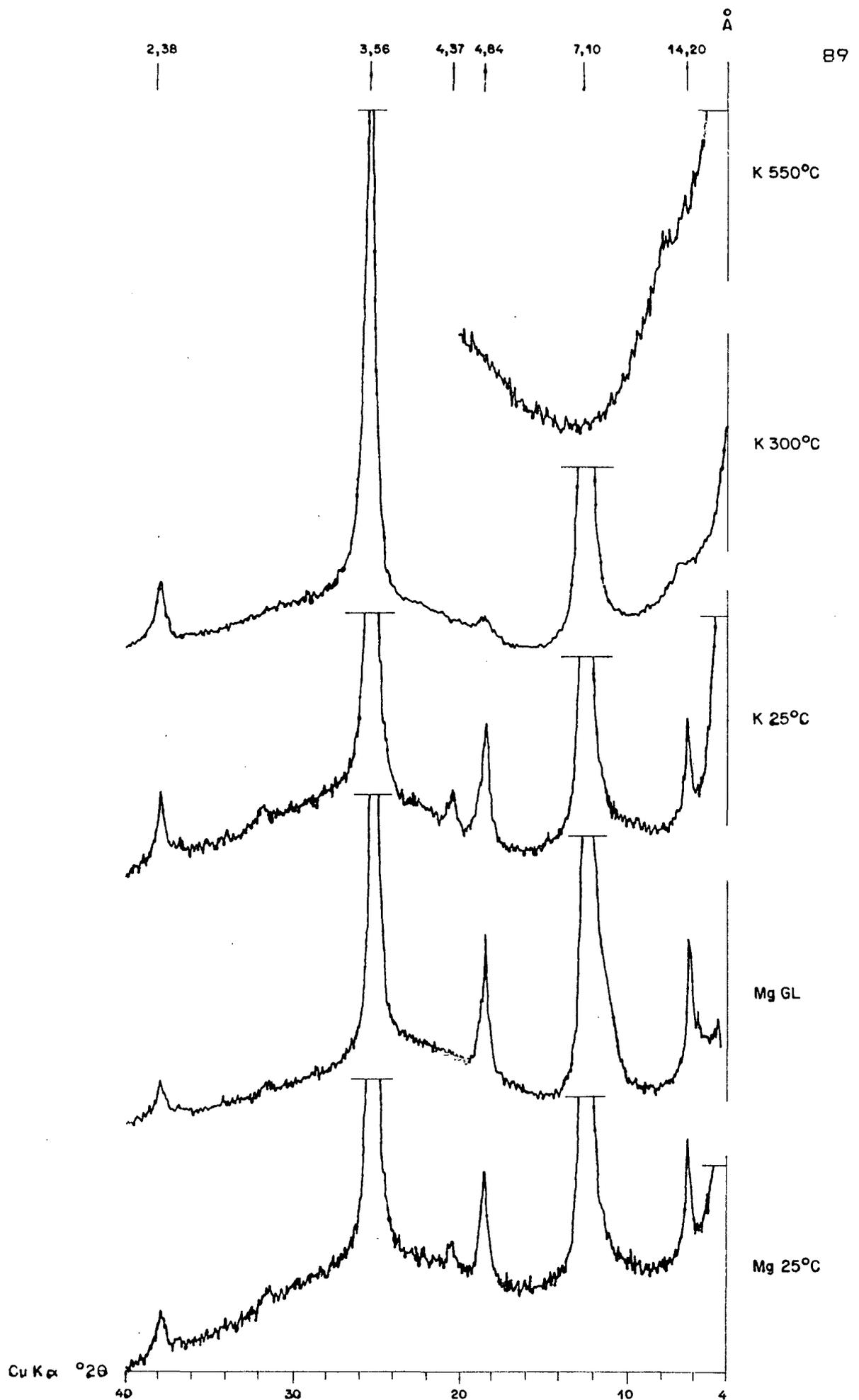


FIGURA 19 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>11</sub> do perfil 3.

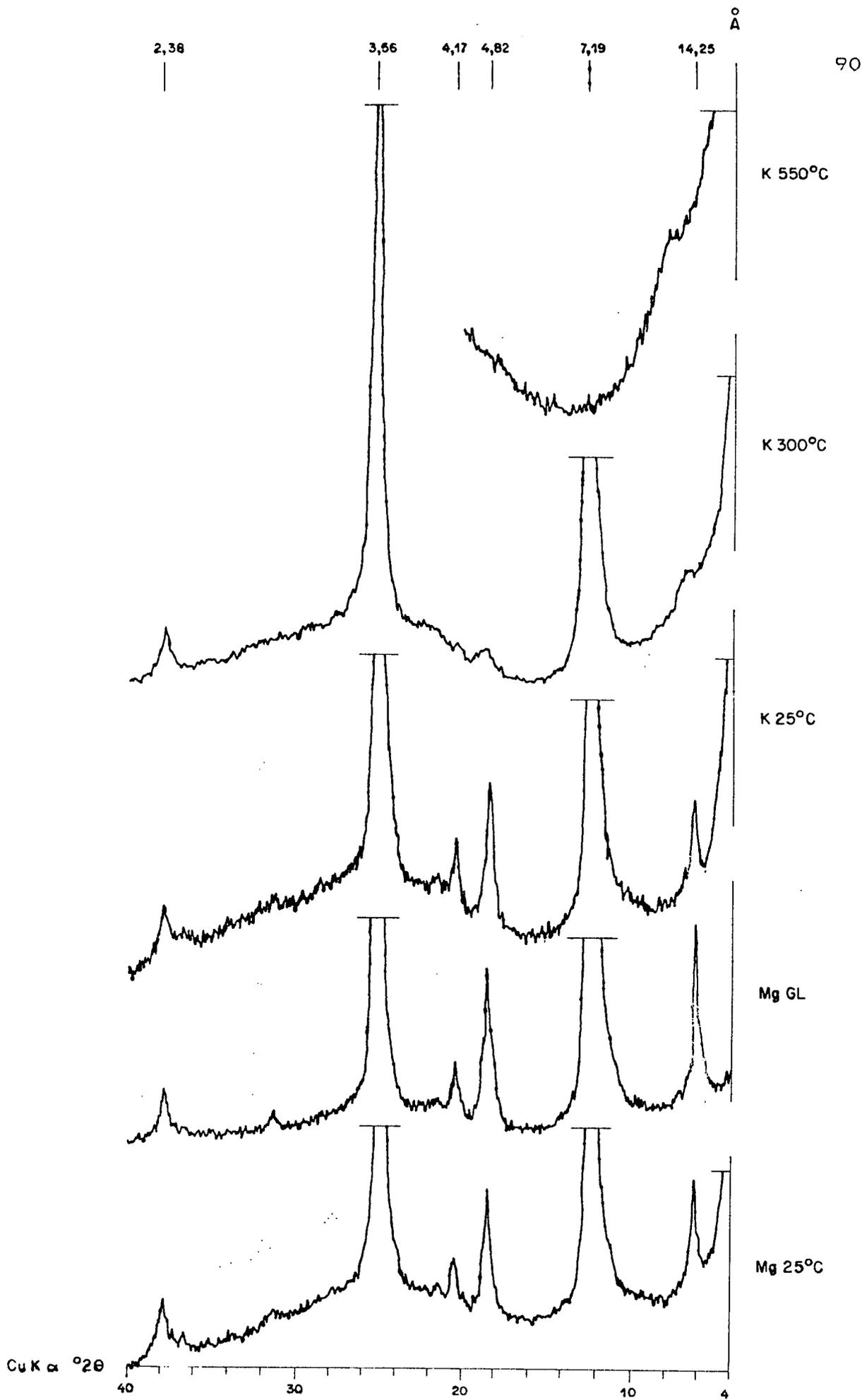


FIGURA 20 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte B<sub>21</sub> do perfil 3.

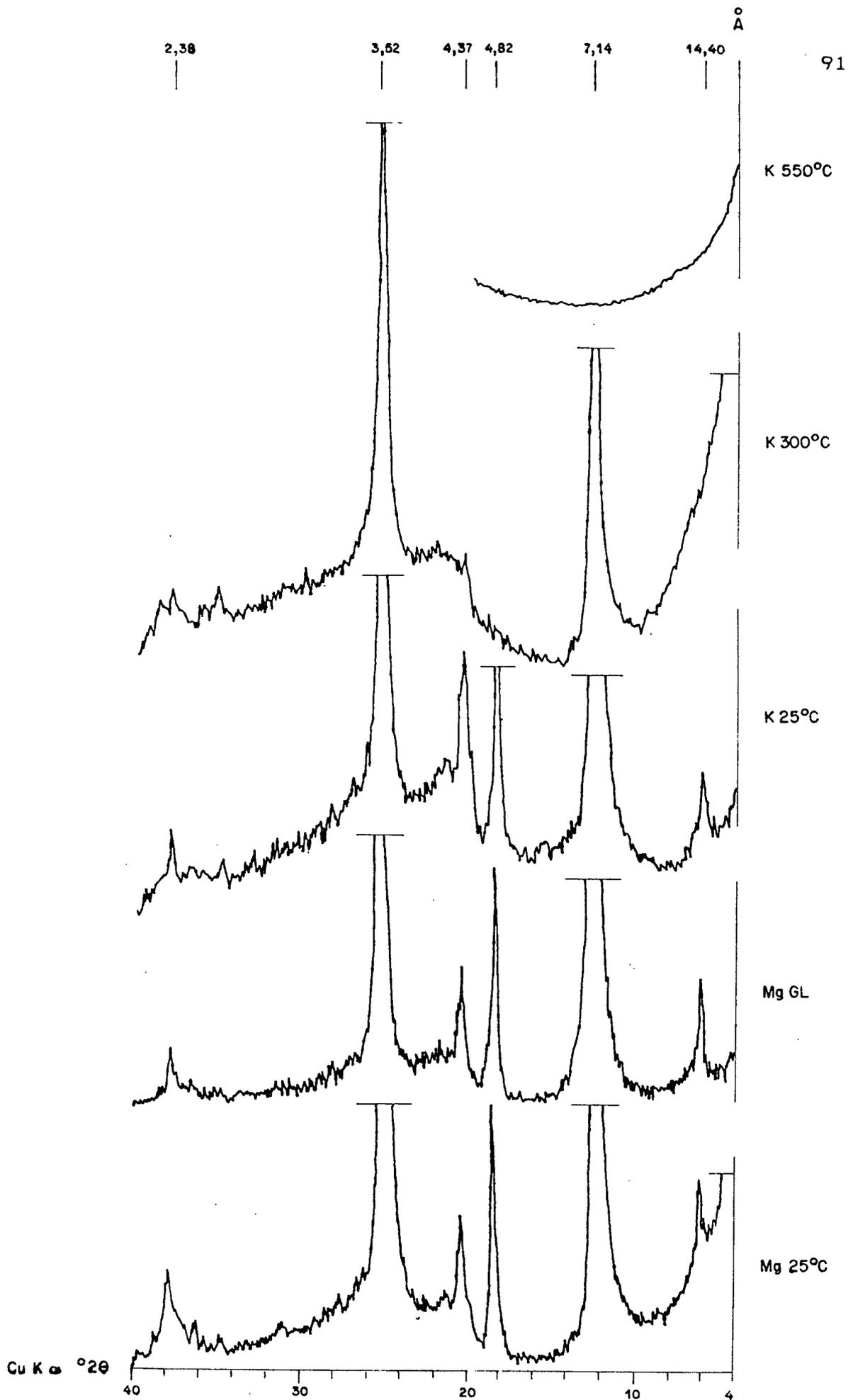


FIGURA 21 - Difractogramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte B<sub>24</sub> do perfil 3.

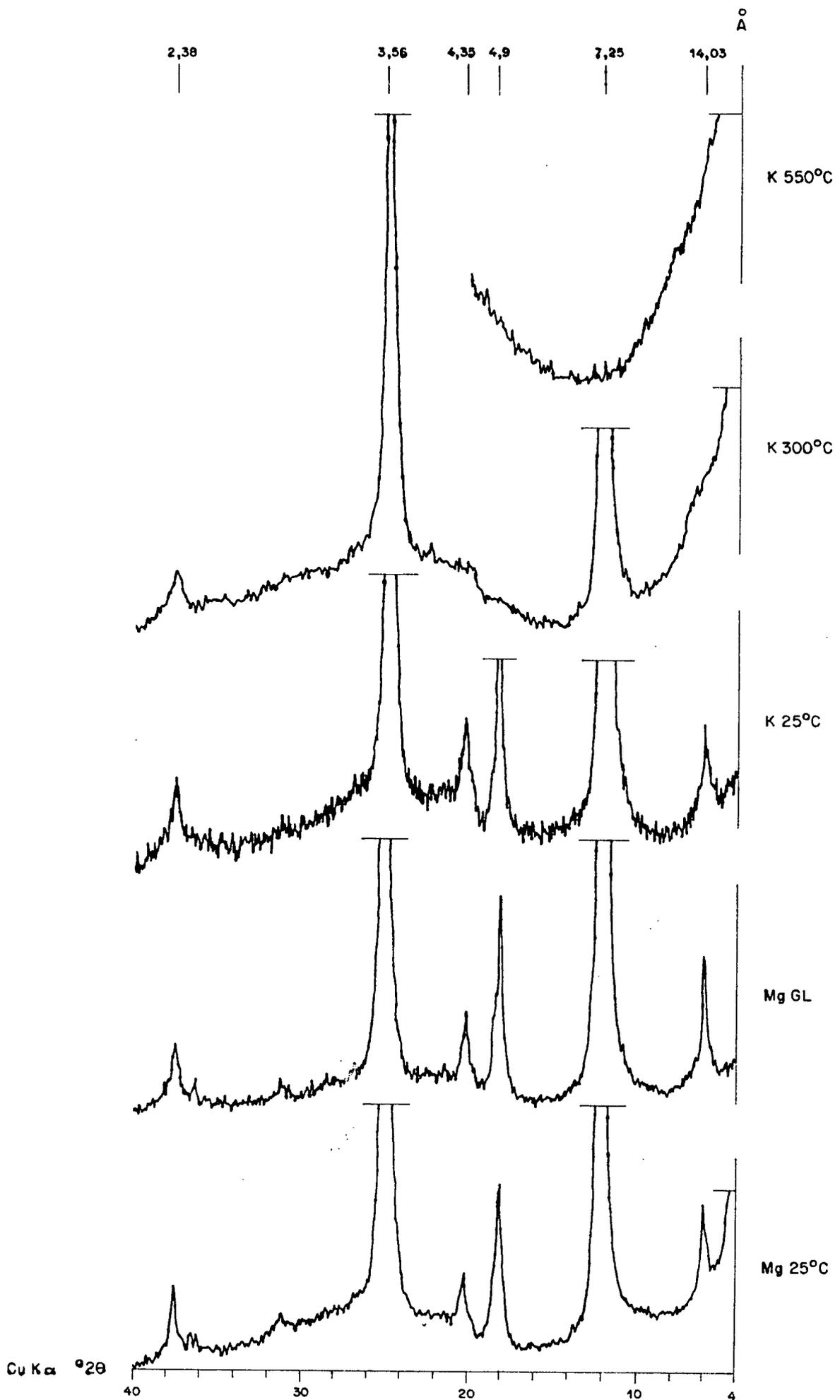


FIGURA 22 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>12</sub> do perfil 4.

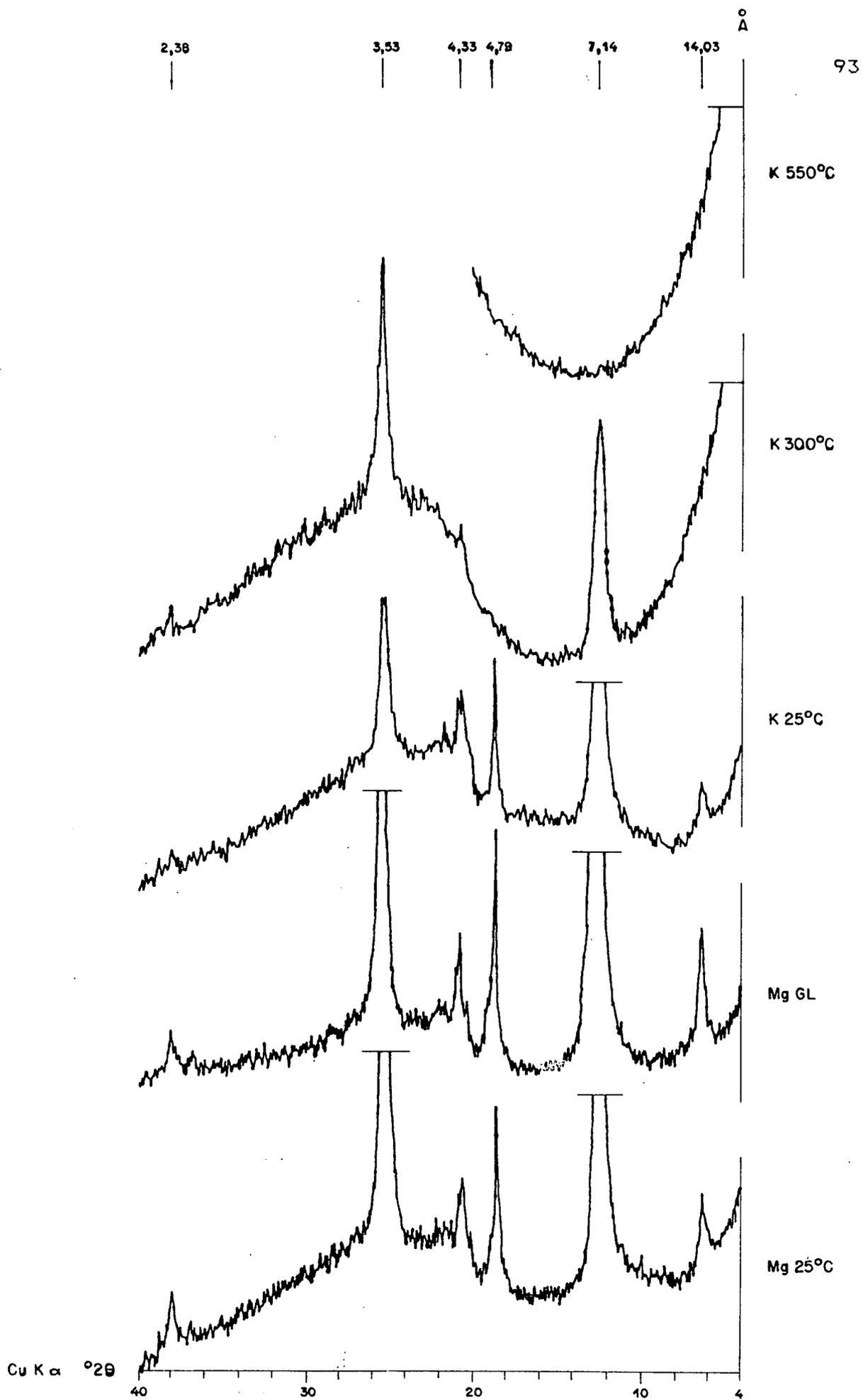


FIGURA 23 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte B<sub>22</sub> do perfil 4.

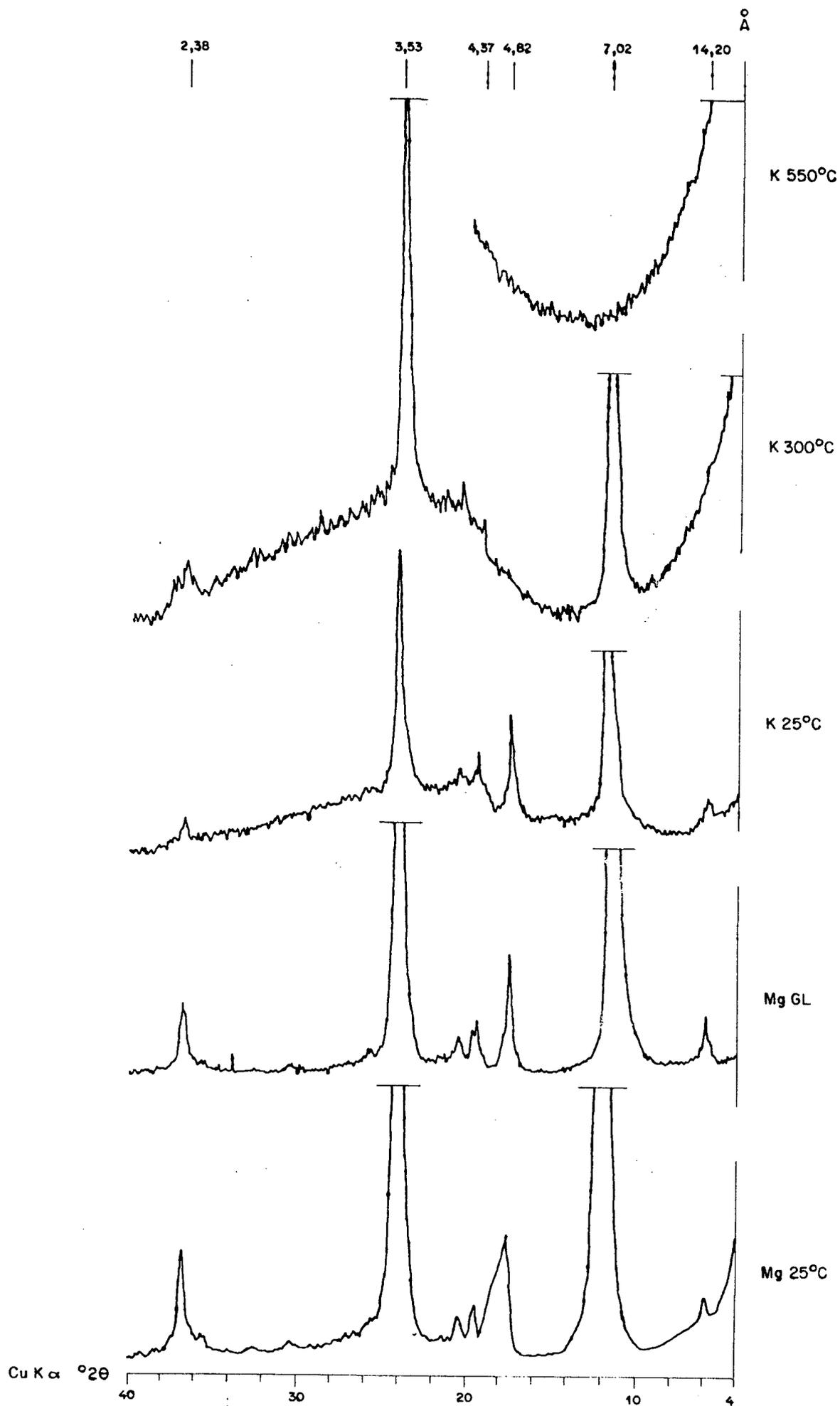


FIGURA 24 - Difractogramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte A<sub>12</sub> do perfil 5.

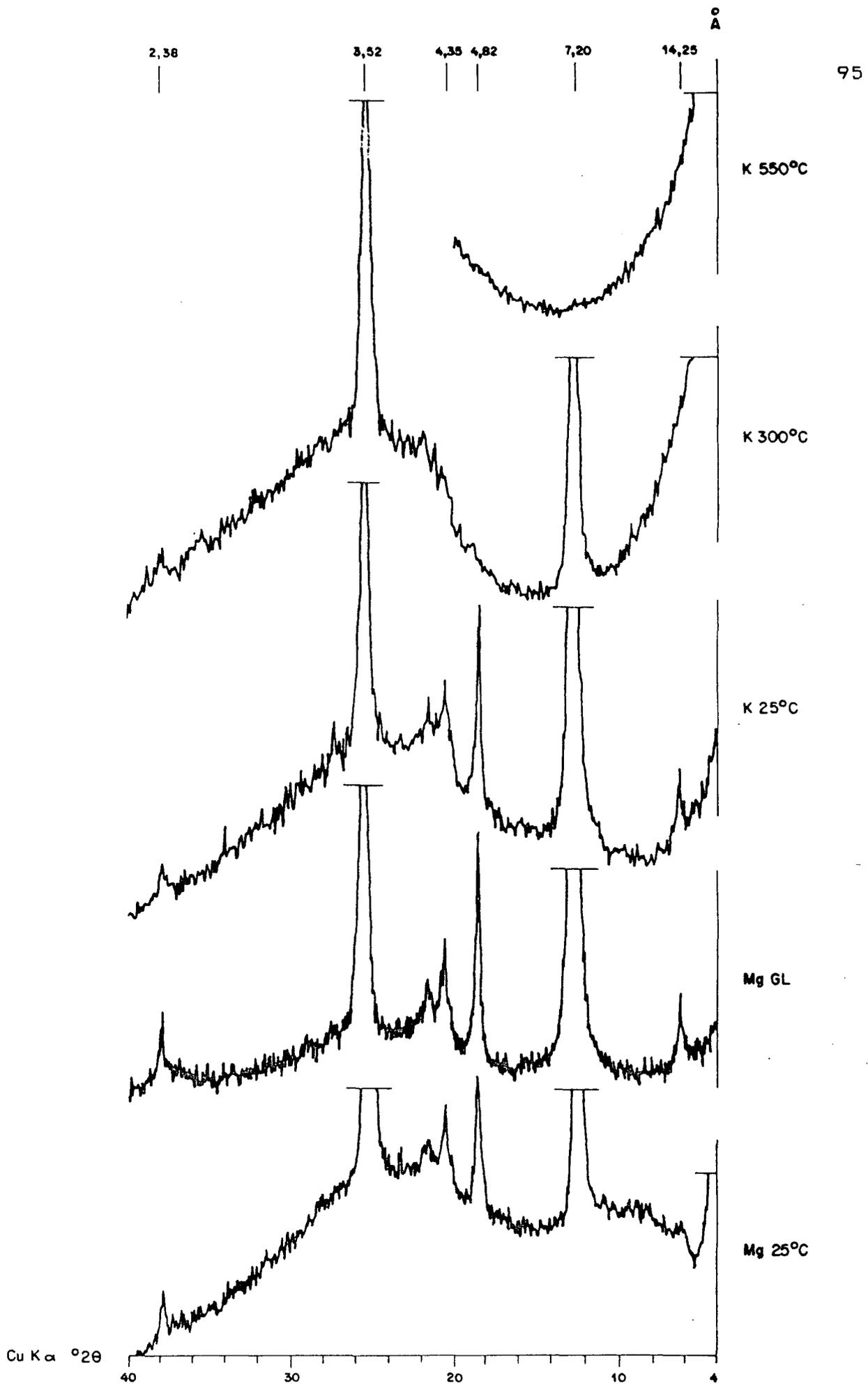


FIGURA 25 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte B<sub>21</sub> do perfil 5.

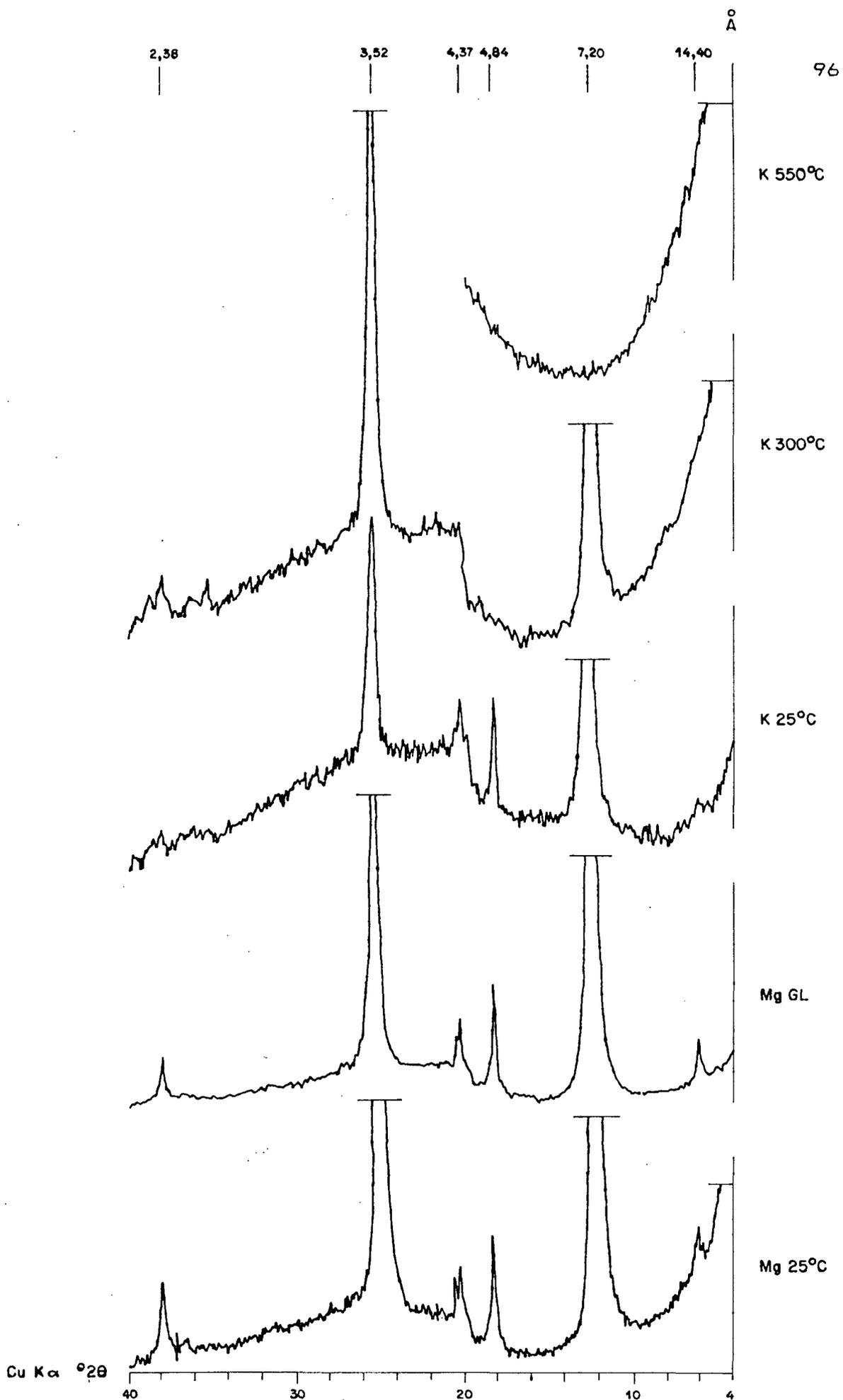


FIGURA 26 - Difractogramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte C<sub>1</sub> do perfil 5.

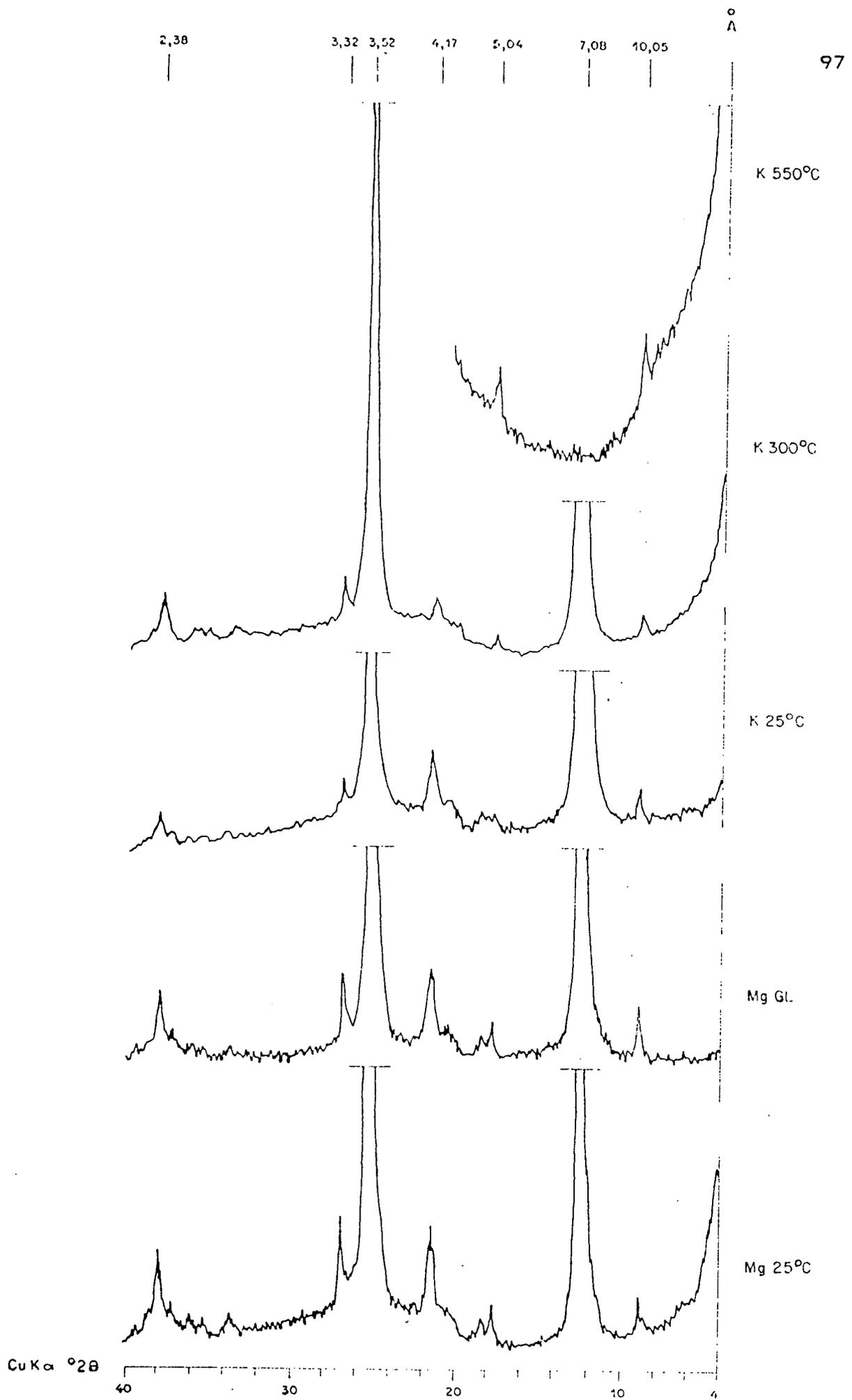


FIGURA 27 - Difratoigramas de raios-x com os diversos tratamentos do subhorizonte C<sub>2</sub> do perfil 5.

## ABSTRACT

Morphological, physical, chemical and mineralogical analysis were made in five soil samples in the regions of Araucária and Contend, Pr. The main scope of this work was to characterize these soils in respect to their properties, to fit them in the Brazilian System of Soil Classification (Sistema brasileiro de Classificação de Solos) and define their genesis. Four profiles were classified as "Catossolo vermelho amarelo" and one as "Cambissolo". The climate of the region is considered as Cfb (Koeppen) type and the vegetation phase as "perenifolia subtropical", the relief ranging from hilly to moderately hilly. The original material found is supposed to be the result of reworking of altered migmatites. As far as the properties considered are concerned, the four "Latosolos" profiles behaved in a similar way. Nevertheless, profile 2, even showing differentiated characteristics such as granulometry, cation exchange capacity value  $m$ , Fe, Al,  $um$  oxides content and yet morphological differences. The clay content is lower in the "Cambissolo" and the cation exchange capacity to 100 g of clay, even showing lower values, is higher comparing to the other profiles. Light colors, inferior thickness and absence of friability are its main morphological differences to the "Latosolos". The five studied profiles showed a low silt/clay ratio, low cation exchange capacity, low  $Fe:Fed$  coefficients but high for  $Fed/Fet$ . X-ray diffraction and electronic microscopy of the clay fraction, free of iron and organic matter showed that the soils are essentially caulinitic with smaller contents of gibbsite and interlamellar hydroxide vermiculite. Zircon predominates over other minerals in the heavy mineral range. An elevated degree of weathering for these soils is indicated by these data, also variations in the original material, mainly in the "Cambissolo" where exists a major quantity of skeleton of the soil, that its composition is essentially quartz. This may be due to the pegmatite veins found in the rocks of the crystalline complex.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONELLO, L.L.; MOLLER, M.R.F.; MONIZ, A.C. e DURIEZ, M.A.M. Mineralogia de argilas desferrificadas de "Horizontes B" de Latossolos do Sudeste e Sul do Brasil. III REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro, Anais. EMBRAPA - SNLCS/SBCS, 1988 12: 185-210.
- BASCOMB, C.D. Distribution of pyrophosphate - Extractable Iron and organic carbon in Soils of various groups. J. Soil Sci., Edinburgh, 1968. 19:251-268.
- BECKER, R.D. Distribuição dos sedimentos Cenozóicos na Região Metropolitana de Curitiba e sua relação com a estrutura geológica e morfológica regional. Porto Alegre, 1982, 237p Tese, Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BIGARELLA, J.J. e SALAMUNI, R. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba. Bol. da Univ. do Paraná. (7). (1a. Parte): 1962, 1-164.
- \_\_\_\_\_; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Boletim Paranaense de Geociências. Curitiba, 1965. 27:15-80.
- BLUME, H.P. e SCHWERTMANN, U. Genetic evaluation of profile distribution of aluminium, iron and manganese oxides. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison 330. 1969. 338-444.
- BROWN, J.L. Caboratoy Techniques in the electron microscopy of Clay Minerals. Soil Clay Mineralogy: A SYMPOSIUM RICHE, I. e KUNZE G.W. U.S.A. 1964. 148-169.
- CAMARGO, E.C. Relações entre os solos as superfícies geomórficas e a geologia de uma área do Município de Arapoti-Pr. Curitiba, 1986. 143p Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- CARVALHO, A. e MONTGOMERY, R.F. Estudo de uma ocorrência de Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo numa sequência topográfica, no Estado de São Paulo. Anais CONGR. BRAS. CI. SOLO. 130. Vitória, 1971.
- CHATELIN, Y. Les sols ferralitiques - l'altération. Paris. Inst. Doc. Tech. n.º 24. Orstom, 1974. 143p.
- COSTA LIMA, J.M.J. Estudo de uma sequência de solos desenvolvidos de rochas básicas do Sudoeste do Estado do Paraná. Piracicaba, 1979. 115p. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de São Paulo.

- \_\_\_\_\_. COSTA LIMA V. e HOCHMULLER Toposequência de solos no Sudoeste do Paraná. I Características geomorfológicas granulométricas e químicas. Curitiba. Rev. Set. Cienc. Agr. 6:51-61 1984.
- \_\_\_\_\_; COSTA LIMA, V.; DEMATTÊ, J.L.I. Topose - quência de solos no Sudoeste do Paraná. II MINERALOGIA, Curitiba. Rev. Set. Ciênc.Agr. 6:71-83, 1984.
- COSTA LIMA V. Estudo pedológico de perfis de solos do Grande Grupo Rubrozem da Bacia de Curitiba-Pr. Piracicaba, 1974. 119p. Dissertação Mestrado. Escola Superior Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_; DEMATTÊ, J.L.I. e MUNIZ, A.C. Mineralogia da Argila do Rubrozem (PALEHUMULT), Bacia de Curitiba - Parana - Curitiba. R. Bras. Ci. Solo 1:81-85, 1977.
- \_\_\_\_\_. Características e classificação de solos derivados de eruptivas básicas do terceiro planalto para - naense. Piracicaba, 1979. 220p. Tese, Doutorado. Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_; COSTA LIMA J.M.J. Mineralogia de solos da região de Curitiba. I. CAMBISSOLO DERIVADO DE FILITO. Rev.Set.Ciênc. Agr. 7:1-9. 1985.
- CURI, N.; KAMPF M. e RESENDE, M. Mineralogia Química, morfologia e geomorfologia de solos originados de rochas efusivas das encostas superior e inferior do Nordeste, no Rio Grande do Sul. R.Bras. Ci. Solo. 8:269-276. 1984.
- DANA, J.D. Manual de Mineralogia. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora S/A. 642p. 1981.
- DEMATTÊ, J.L.I.; MONIZ A.C. e PESSOTI, J.E.S. Solos originados de sedimentos do Grupo Geológico Estrada Nova, Município de Piracicaba. I ANÁLISE MINERALÓGICA QUANTITATIVA DA FRAÇÃO ARGILA. R. Bras. Ci. Solo. 1:43-47. 1977.
- \_\_\_\_\_; HOLOWAYCHUK, N. Solos da Região de São Pedro, Estado de São Paulo. II MINERALOGIA. R.Bras. Ci. Solo. 1:99-103. 1977.
- EMBRAPA - SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979
- \_\_\_\_\_. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina, IAPAR/SUDESUL, 1984 2V. (EMBRAPA/SNLCS Boletim Técnico nº 57).

- \_\_\_\_\_. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS. nº 11. Rio de Janeiro, 1988.
- HEINEMANN, B. Die Boden der Dreuthe-Grundmorane im Hummling. Diss. Th Hannover. 1964.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. advanced course. Dept. of soils Univ. of. Wis. 991p. 1956.
- \_\_\_\_\_. Soil chemical analysis. Prentice - Hall. Inc. Englewood Cliffs, N.J. 1958.
- \_\_\_\_\_. Chemical composition of the soil in F.E. Bear ed, Chemistry of the soils. Reinhold Publ. Corp. New York. 1964. 91-241.
- JOHANNES, W. On the original of layered migmatites in migmatites melting and metamorphism. Ed. MP. Afterton and C.D. Gribble (Editors) 1983. p234-248.
- KAMPF, N. e KLAMT, E. Mineralogia e gênese de Latossolos (oxisols) e solos Podzólicos da Região Nordeste do Planalto Sul Riograndense. Rev. Bras. Ci. Solo. Campinas, 2: 68-73, 1978.
- \_\_\_\_\_; SCHWERTMANN, U. Relações entre óxidos de ferro e a cor em solos cauliniticos do Rio Grande do Sul. Rev. Bras. Ci.Solo. 1983. 7:27-31.
- \_\_\_\_\_; KLAMT, E. e SCHNEIDER, P. Óxidos de Ferro em Latossolos do Brasil Sudeste e Sul. Anais. III REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE AP-TIDÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro. EMBRAPA - SNLCS/SBCS, 1988 12: 153-183.
- LEMOS, R.C.D. e SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2.ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1984. 45p.
- MAACK, R. Mapa Geológico do Estado do Paraná. Escala 1:750.000 Serviço de Geologia do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. 1953.
- \_\_\_\_\_. Geografia Física do Estado do Paraná. 2.ed. Rio de Janeiro, J.Olympio, 1981. 442p.
- MARINI, O.J. Geologia da Folha de Araucária. Boletim Univ. Fed. Pr., Geol. 24, Curitiba, 1967.

- MCKEAGUE, J.A. e DAY, J.H. Dithionite and oxalate-extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Can.J. Soil Sci. Ottawa, 1966. 46: 13-22.
- \_\_\_\_\_; BRYDON e MILES, N.M. Differentiating of forms extractable iron and aluminium in soils. Soil Sci.Soc. Amer.Proc., Madison, 1971. 35:33-38.
- MEHRA, O.P. e JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium carbonate. Proc. 7. Nat. Conf. Clays. Min., 1960 317p.
- MELFI, A.J. e LEVI, F. Geochemical and mineralogical study on the first stages of weathering basic and related rocks. Part 1. - Mineralogical study. Rev. bras. Geociências, São Paulo, 1971. 1:22-28.
- MINEROPAR Mapa geológico do Estado do Paraná. Escala 1:650.000. Curitiba, 1989.
- MITCHEL, W.A. Heavy minerals in Soil components vol. 2 inorganic components, Ed. By J.E. Gieseking, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, N.Y. 1975. 449-480.
- MONIZ, A.C.; KIGOHARA, P.K.; CARVALHO, A. e SANTOS P.S. Natureza mineralógica da fração argila de solos derivados de arenito de Bauru no Município de Pindorama, S.P. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 15. Campinas, 1975. Anais. Soc. Bras. Ciênc. do Solo, 1976. 525-535.
- \_\_\_\_\_; ANDRADE, S.S.; WITTERN, K.P.; MOURA E.M. Sequência de evolução de solos originados de rochas calco-dolomíticas da Serra da Bodoquena, MT. in: CONGRESSO BRAS. CI.SOLO 15; Campinas, 1975. Anais. Soc. Bras. Ci.Solo, Campinas 1975. 499-507.
- MULLER, G. Methoden der sedimentuntersuchun. Sediment. Petrologie 1., 1964. 3035. Stuttgart.
- OLIVEIRA, E.P. Mapa geológico do Estado do Paraná. Escala 1:1.000.000, Curitiba, 1925.
- \_\_\_\_\_. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Serv. Geod. 21. Curitiba, 1927.
- OLIVERIA J.B. e MENK, J.R.F. Latossolos da quadricula de Campinas, S.P. I. Características morfológicas e químicas. Rev. Bras. Ci. Solo. Campinas 1:108-114. 1977.
- PASSOS, E. Relações entre vertentes e solos em Umbará - Curitiba-Pr. Curitiba, 1986. 142p. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- ROCHA, H.O. Die Boden und geomorphologischen einheiten der region von Curitiba (Paraná-Brasilien). Freiburg, 1981.

175p. Tese Doutorado. Albert - Ludwigs - Universität Freiburg im Breisgau.

\_\_\_\_\_; SANTOS FILHO, A.; SCHMIDT, J. Composição química total de Latossolos de pedimentos da região de Curitiba e de Castro Pr. Rev. Set. Cienc. Agr. 4:71-73, 1982.

RUEDA, J.R.J. e DEMATTÊ, J.L.I. Solos originados de lamitos da Formação Marília (Grupo Bauru) da Região de Monte Alto, SP. Rev. Bras. Ci. Solo 12: 161-170, 1988.

SANTOS FILHO, A. Genese und eigenschaften repräsentativer bodentypen in der schichtstufenlandschaft des staates Paraná, Brasilien. Friburg, 1977, 181p. Tese Doutorado. Albert - Ludwigs - Universität zu Freiburg.

\_\_\_\_\_; ROCHA, H.O. Relação entre solos e superfícies de erosão na Região de Foz do Iguaçu - Pr. I. Granulometria e propriedades químicas. Curitiba, 1981. Rev. Set. Cienc. Agr. 3: 123-132. 1981a.

\_\_\_\_\_; ROCHA, H.O. Relação entre solos e superfícies de erosão na Região de Foz do Iguaçu - Pr. II Óxidos pedogenéticos. Curitiba, 1981. Rev. Set. Cienc. Agr. 3:133-137, 1981b.

\_\_\_\_\_; ROCHA, H.O. Relação entre solos e superfícies de erosão na Região de Foz do Iguaçu - Pr. III Composição química total. Curitiba, 1981. Rev. Set. Cienc. Agr. 3:139-142, 1981c.

\_\_\_\_\_; ROCHA, H.O. e CAMARGO, E.C. Caracterização de Podzólico Vermelho Amarelo da Região da Lapa, Pr. Curitiba, Rev. Set. Cienc. Agr. 4:81-83, 1982.

\_\_\_\_\_; ROCHA, H.O. e SANTOS M.E.L. Caracterização de Cambissolo da região de Contenda-Pr. Curitiba, Rev. Cienc. Agr. 4:75-76, 1982

\_\_\_\_\_; BLUM, W.E.H. e MULLER, H.W. Relação entre solos e superfícies de erosão na Região de Foz do Iguaçu - Pr. IV Argilo minerais. Curitiba, Rev. Set. Cienc. Agr. 5:43-48. 1983.

\_\_\_\_\_; ROCHA, H.O. Latossolo vermelho-escuro da região de Araucária-Pr. Curitiba, Rev. Set. Cienc. Agr. 5:87-90. 1983.

\_\_\_\_\_; Influência de sedimentos arenosos na formação de solos no Oeste do Estado do Paraná. Curitiba, Rev. Set. Cienc. Agr. 6:85-88, 1984

\_\_\_\_\_; Capacidade de troca de cátions das frações orgânica

e mineral em solos do Estado do Paraná. Curitiba, Rev. Set. Cienc. Agr. 7:43-46. 1985.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der eisenoxid des bodens durch extraktion mit ammoniumoxalat - lossung. Z. Pflanzenernahr, Bodenkunde, 105: 194-202, 1964.

\_\_\_\_\_. Use of oxalate for the Fe extraction from soils. Canad. J. Soil. Sci. 53, 1973, 224-246.

\_\_\_\_\_.; FISCHER, W.R. e PADENDORF, H. The influence of organic compounds on the formation of iron oxides. in: Anais. INT. CONGR. SOIL SCI. 9<sup>o</sup>. Adelaide Transaction. V. 1 p.645-656, 1968.

TIÉ-BI-YUAN, M.; SAKAI, E.; LEPSCH, I.F. e CHAUVEL, A. Caracterização e classificação de solos da Formação Pariquera-açu (SP) > Rev. Bras. Ci. Solo. 7:183-190. 1983.

TREIN, E. Geologia da Folha de Contenda-Pr. Bol. Univ. Fed. Pr. Geologia, 27 Curitiba.

VOLKOFF, B. e MELFI, A. J. Transformações mineralógicas em rubronzens da Bacia Sedimentar de Curitiba, Pr. Rev. Bras. Ci. Solo. Campinas, 4:173/181, 1980.