

CLASSIFICAÇÃO E MINERALOGIA DE SOLOS DA REGIÃO DE SETE LAGOAS - MG

LUIZ MARCELO AGUIAR SANS

Eng^o Florestal

Dissertação apresentada à
Escola Superior de Agri-
cultura "Luiz de Queiroz"
da USP, para obtenção do
título de "Mestre"

PROF. DR. JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ

Orientador

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
1973**

DEDICATÓRIA

À meus pais

minha esposa

e meus irmãos

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. José Luiz Ioriatti Demattê e ao Dr. Adilson Carvalho pela orientação prestada.

Ao Dr. Antônio Carlos Moniz, do Instituto Agrônômico de Campinas, pela cessão do laboratório para realização do presente trabalho, bem como no auxílio das determinações mineralógicas.

Ao Dr. José Ferreira Mendes, chefe da Seção de Solos do IPEACO, pelo auxílio na confecção das análises químicas e físicas dos solos.

Ao Dr. Bernardo Carvalho Avelar pela colaboração prestada na coleta dos perfis de solo.

Ao Professor Dr. Geraldo Victorino de França pela revisão do texto.

Ao Dr. Igo Lepsch pela colaboração prestada na classificação dos solos.

Ao Dr. José M.A.S. Valadares pelo auxílio de determinações mineralógicas.

Ao Professor Dr. Antonio C. Teixeira Mendes pela cessão de laboratório para realização de análises mineralógicas.

Ao Ministério da Agricultura, em particular à direção do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Oeste, pela oportunidade que me foi dada para fazer o curso de mestrado.

Ao Dr. Affonso M. Carvalho pela colaboração prestada na obtenção das fotografias.

À Sr^a Nelci Teixeira Maniero pela composição datilográfica.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas pelo apoio financeiro.

À todas as pessoas que de uma forma ou de outra muito contri
buiram para a realização deste trabalho.

C O N T E Ú D O

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3. CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO	15
3.1. Geologia	15
3.2. Relevo	17
3.3. Solos	19
3.3.1. Catena sobre calcário	19
3.3.2. Catena sobre folhelho	20
3.4. Clima	22
3.5. Vegetação	24
4. MATERIAL E MÉTODO	27
4.1. Material	27
4.1.1. Solos	27
4.1.2. Aparelhos	32
4.2. Métodos	35
4.2.1. Análise mineralógica da fração argila do solo	35
4.2.1.1. Preparação da amostra	35

	Pág.
4.2.1.2. Análise de Raio-X	37
4.2.1.3. Análise quantitativa dos minerais de argila	39
4.2.2. Análise química dos solos	41
4.2.3. Análise granulométrica e determinação de algumas constantes hídricas dos solos	44
4.2.4. Análise micropedológica	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1. Análise mecânica dos solos	46
5.1.1. Catena sobre calcário	46
5.1.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro	50
5.1.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes	54
5.2. Análise química dos solos	58
5.2.1. Catena sobre calcário	58
5.2.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro	66
5.2.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes	74
5.3. Análise mineralógica da fração argila	82
5.3.1. Reconhecimento dos minerais de argila	82
5.3.1.1. Catena sobre calcário	82

5.3.1.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro	91
5.3.1.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes	101
5.3.2. Análise mineralógica quantitativa da fração argila	112
5.3.2.1. Catena sobre calcário	112
5.3.2.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro	116
5.3.2.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes	121
5.4. Análise micromorfológica	126
5.5. Considerações gerais	130
5.5.1. Catena sobre calcário	130
5.5.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro	132
5.5.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes	134
5.6. Classificação dos solos	135
6. CONCLUSÕES	159
7. RESUMO	161
8. SUMMARY	164
9. BIBLIOGRAFIA CITADA	167

1. INTRODUÇÃO

A área em estudo localiza-se na porção centro-oeste do Brasil, caracterizada particularmente pela cobertura vegetal do tipo campo e cerrado. Apesar da área de ocorrência de solos sob cerrado no Brasil ser bastante grande, cerca de um terço do País, os dados existentes sobre os mesmos são escassos e em geral resumem-se em um levantamento de reconhecimento, carecendo de maiores informações, especialmente no que se refere às suas características pedológicas.

Tendo em vista, um conhecimento mais detalhado de solos sob cerrado, foram selecionados na região de Sete Lagoas, MG, onze perfis de solos pertencentes aos grupamentos: Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical), Terra Roxa Estruturada, Latossol Vermelho Escuro, Solo Bruno Ácido (similar) e Litossol-fase substrato folhelho, distribuídos em três catenas. A escolha do local de estudo deveu-se em primeiro lugar porque a região de Sete Lagoas é relativamente representativa de uma área considerável do Brasil Centro-Oeste e em segundo lugar pela proximidade da sede do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Oeste, para o qual os resultados obtidos serão de grande valia.

O presente trabalho teve como objetivos principais, a caracterização mineralógica e estudo da evolução dos solos da região de Sete Lagoas, bem como a correlação dos mesmos com solos já conhecidos e o seu enquadramento a nível de família na classificação americana do SOIL SURVEY STAFF (75).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na região Centro-Oeste do Brasil foram feitos poucos trabalhos sobre classificação e mineralogia de solos, principalmente na Região de Sete Lagoas onde nenhum estudo foi desenvolvido até o presente momento. Entretanto, solos similares àqueles encontrados na área têm sido descritos e estudados principalmente quanto a sua classificação, em vários locais, tanto dentro como fora do Brasil.

Como os solos em estudo distribuem-se na paisagem segundo uma catena, uma revisão a respeito deste termo completará o presente capítulo.

2.1. Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical)

Os Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo têm sido descritos em várias partes do mundo e apresentam uma grande variação nas suas características, havendo inclusive, segundo BRAMÃO e LEMOS (14), uma certa controvérsia quanto a sua gênese e classificação.

Apesar do material de origem dos Solos Mediterrânicos serem os mais variados, tem sido dada maior ênfase àqueles desenvolvidos sobre calcário e denominados de Terra Rossa por muitos autores, entre os quais BALDWIN, KELLOG e THORP (6) que na classificação americana de 1938, agruparam esta unidade de solo ao grande grupo dos Solos Podzólicos Vermelhos. Em 1949, THORP e SMITH (80) reformularam a classificação de solos americana, na qual foi eliminada a denominação Terra

Rossa e considerada a classificação de Solos Podzólicos Vermelho Amarelo.

Este grande grupo de solos é encontrado em várias outras chaves sistemáticas de diversos países. TAVERNIER e MUCKENHAUSEN (78) agrupou-o na classe 6 de sua legenda para os solos do Noroeste da Europa como Solos Mediterrânicos Vermelhos. Esta classificação também foi utilizada por BRAMÃO e LEMOS (14) na confecção do mapa de solos da América do Sul. CARDOSO (22) descreveu no sul de Portugal, solos cujas características são similares às apresentadas pelo solo em estudo, constatando a predominância de caulinita, ilita e óxidos de ferro. Em 1964, CARDOSO (23) incluiu o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo na ordem Alfisols e observou ainda que apresentava cutans iluviais.

No Brasil a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA⁽¹⁾ (27) descreveu no Estado do Rio de Janeiro solos com características muito semelhante às dos Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo da Europa. Dentre estas características pode-se destacar a espessura do solo em torno de um metro, horizonte B fortemente estruturado, coloração vermelho escuro ou bruno avermelhado forte, consistência seca dura a muito dura, capacidade de troca de cations moderada e saturação de bases elevada. Posteriormente, a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28, 29) constatou a presença de Solo Mediterrânico nos estados de São Paulo e Minas Gerais e veri-

(1) Denominada posteriormente de Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo e atualmente de Divisão de Pesquisa Pedológica.

ficou que suas características não atendiam a todas estabelecidas para o solo modal reconhecido na Europa. Dentre elas pode-se citar a coloração escura do horizonte A, bem como o elevado teor de matéria orgânica deste horizonte. Por outro lado, o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo modal desenvolveu-se sob clima mediterrânico, enquanto que os descritos no Brasil desenvolveram-se num clima diferente. Baseados nesta constatação, BENNEMA e CAMARGO (9) em 1966 atribuíram, aos Solos Mediterrânicos descritos no Brasil, a denominação de Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo (equivalente tropical) acrescentando ainda que estes solos são também conhecidos como Solos Brunos Não Cálcicos.

O Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo foi também constatado pela AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (1) na bacia do rio São Francisco tendo sido enquadrado na ordem Alfisols. Nesta região, o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo foi caracterizado principalmente por apresentar alta saturação de bases, capacidade de troca de cations moderada, pH próximo à neutralidade, horizonte B com estrutura bem desenvolvida e pouca profundidade. Na região Amazônica, SOMBROECK (76) classificou como Mediterrânico Vermelho Amarelo solos que apresentavam apreciável quantidade de material primário e minerais de argila 2:1.

DEMATTE (31), estudando gênese e classificação de solo da Série Bairrinho, o qual foi classificado por RANZANI, KINJO e FREIRE (69) como Mediterrânico Vermelho Amarelo, classificou-o de acordo com a 7ª Aproximação como Aquic Argiudolls, fine, kaolinitic, isothermic. DEMATTE (31) constatou ainda a presença de minerais interestratifica-

dos neste solo, bem como a predominância de caulinita, sugerindo a seguinte sequência de intemperismo:

Calcário → mica → (verm) → caulinita e amorfo

2.2. Terra Roxa Estruturada

Segundo a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) a denominação Terra Roxa tem sido usada desde há muito tempo para designar solos provenientes de rochas eruptivas básicas. Não se sabe ao certo a origem do termo Terra Roxa, entretanto foi utilizado nos primeiros trabalhos sobre os solos do Estado de São Paulo por GUTMANS (45) SETZER (72) e PAIVA NETO (67).

Em 1966 BRAMÃO e SIMONSON (15), em excursões feitas no sul do Brasil, constataram dois tipos de Terra Roxa, sendo uma a Terra Roxa de Ribeirão Preto e a outra, do Paraná. Em 1960 a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) denominou a Terra Roxa do Paraná de Terra Roxa Estruturada, sendo que o termo "Estruturada" se refere à estrutura em blocos subangulares do horizonte B₂.

Os Solos Lateríticos Bruno Avermelhado têm sido considerados como aqueles que mais se assemelham à Terra Roxa Estruturada (BRAMÃO e SIMONSON, 15). Estes solos foram descritos por BALDWIN, KELLOGG e THORP (6) nos Estados Unidos e constatados também por VOORT (83) na Indonésia e por D'HOORE (33) no sul do Sahara. NYUN e McCALB (65) classificaram como Lateríticos Bruno Avermelhado, solos desenvolvidos sobre rochas ígneas básicas, metamórficas e sedimentares, nos Estados Unidos.

Fazendo um paralelo entre a Terra Roxa Estruturada e Solo Laterítico Bruno Avermelhado, pode-se observar que suas características morfológicas são semelhantes. Quimicamente, o Solo Laterítico Bruno Avermelhado normalmente possui saturação de bases baixa (NYUN e McCALEB, 65) característica que difere, neste caso, do conceito modal da Terra Roxa Estruturada da COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28). Contudo, no levantamento de solos da Região de Furnas, a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) classificou um perfil como Terra Roxa Estruturada, apresentando baixos valores do índice de saturação de bases, o mesmo acontecendo com DEMATTÊ (32) e a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (38, 39). Portanto, pode-se considerar o termo Terra Roxa Estruturada mais amplo que o Laterítico Bruno Avermelhado, o qual nada mais seria senão uma Terra Roxa Estruturada com saturação de bases baixa.

Até 1962, a Terra Roxa Estruturada modal descrita pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) era considerada como sendo desenvolvida sobre rochas eruptivas básicas, o que tornaria necessário utilizar o termo similar, para aqueles solos enquadrados neste grande grupo que não fossem desenvolvidos sobre esse tipo de rocha. Entretanto, a DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (35) e a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (39) classificaram nos estados de Pernambuco e da Paraíba, solos como Terra Roxa Estruturada, desenvolvidos a partir de outros materiais de origem, não sendo utilizado o termo similar. Nestes Estados a DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (35) e a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (38) subdiviram os solos desta unidade

em eutróficos e distróficos, considerando como eutróficos aqueles solos que apresentavam índices de saturação de bases superiores a 35 %.

Estudando a Terra Roxa Estruturada do Estado de São Paulo, MONIZ e JACKSON (62) verificaram que a caulinita era o mineral de argila que se apresentava com maior teor, seguido da alofana. Os teores de gibbsita encontrados por estes autores nos perfis variaram desde 0,8 a 10,5 %. A predominância de caulinita neste solo foi também constatada por QUEIROZ NETO (68) que encontrou valores de caulinita em torno de 60 %, permanecendo constantes dentro do perfil, enquanto os teores de gibbsita variam entre 10 e 15 %.

MEDEIROS (60) verificou na fração argila da Terra Roxa Estruturada, a ausência de gibbsita.

2.3. Latossol Vermelho Escuro

Esta unidade de solo foi agrupada na subordem de Solos Lateríticos por BALDWIN, KELLOGG e THORP (6) em 1938. A substituição da denominação Laterítico por Latossol foi proposta por Kellogg (BONNET, 10) em 1948, em face da grande confusão criada pelo termo Laterítico aplicado a solos e a geologia. KELLOGG (57) considerou que o termo Latossol deveria ser aplicado a solos zonais dos trópicos que apresentassem baixa capacidade de troca de cations da fração argila, ausência de horizonte de acúmulo, baixo conteúdo de silte e minerais alteráveis, alto grau de estabilidade de agregados e baixos valores da relação sílica/alumina.

No Brasil, os primeiros solos classificados pela COMISSÃO

DE SOLOS DO SNEPA (27) que apresentavam características de Latossol foram encontrados no Estado do Rio de Janeiro, sendo agrupados como Latossol Amarelo, Latossol Alaranjado e Latossol Vermelho. Posteriormente a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) adotou o conceito de B latossólico e classificou no Estado de São Paulo, solos como Latossol Vermelho Escuro, que considerou como intermediário entre o Latossol Vermelho Amarelo e o Latossol Roxo.

CAMARGO e BENNEMA (21) fizeram um delineamento esquemático de solos brasileiros e agruparam como Latossol aqueles que apresentavam, além das características estabelecidas por Kellogg, coloração variando de vermelho até bruno forte e fração argila constituída predominantemente de caulinita e óxido de ferro. Subdividiram ainda os Latossóis em função da textura, considerando argilosos aqueles com mais de 35 % de argila e de textura média, com teores inferiores. Atualmente, a DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (34, 35) subdividiu os Latossóis em eutróficos e distróficos considerando os índices de saturação de bases superiores ou inferiores a 35 %, respectivamente.

Em Brasília a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) classificou Latossol Vermelho Escuro Distrófico e agrupou-o no subgrupo Acrustox de acordo com a 7ª Aproximação.

O Latossol Vermelho Escuro foi também constatado na região Amazônica por SOMBROECK (76), o qual verificou que a caulinita e óxido de ferro eram predominantes. A predominância de gibbsita e caulinita neste solo foi constatada por MONIZ e JACKSON (62) os quais observaram que este grande grupo apresentava um avançado grau de intem

perismo. Estes autores constataram uma seqüência de intemperismo dos minerais da fração argila como sendo:

Mica → caulinita → gibbsita

Além da predominância de caulinita e gibbsita em Latossóis, BROWN e WOLFCHOON (18) verificaram grande quantidade de minerais interstratificados, constituídos por clorita e vermiculita.

2.4. Litossol-fase substrato folhelho

O Litossol foi enquadrado primeiramente por BALDWIN, KELLOGG e THORP (6) e posteriormente por THORP e SMITH (80) na ordem dos Solos Azonais; no Estado de São Paulo, a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) agrupou o Litossol na categoria mais elevada, como Solos Pouco Desenvolvidos.

BENNEMA e CAMARGO (9) caracterizaram o Litossol por apresentar um horizonte superficial pouco desenvolvido sobre uma rocha alterada, ou consolidada ou semibranda. A COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) identificou esta unidade de solo pela presença de horizontes A, C e R ou A e R, considerando possível a existência de horizonte B nos Litossóis, desde que seja um horizonte pouco desenvolvido e com menos de 10 cm de espessura, ou com espessura superior mas cujo teor de argila é inferior a 15 %.

Atualmente, a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (39) e a DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (34, 35) passaram a designar estes solos como Solos Litólicos, classificando-os segundo o índice de saturação de bases (eutrófico e distrófico), o tipo de horizonte A (proe-

minente, moderado e fraco) e a textura.

Estudando o Litossol-fase substrato argilito da região de Piracicaba, ESCOBAR (40) constatou a existência de horizonte B incipiente e agrupou-o na ordem Inceptisol. Observou ainda que a caulinita era o mineral predominante na fração argila e, depois, os que apresentaram maiores teores foram a vermiculita e material amorfo. Este autor verificou que os teores de mica eram baixos e que existiam neste solo minerais interestratificados.

2.5. Solo Bruno Ácido (Similar)

TAVERNIER e SMITH (79) denominaram de Solo Bruno Ácido, aquele classificado por BALDWIN, KELLOGG e THORP (6) como "Brown Forest Soil" cujo horizonte B era rico em bases. Estes autores constataram que, nos Estados Unidos, o Solo Bruno Ácido apresentava sequência de horizontes A, (B) e C e que era incluído por outros autores, como "Gray-Brown Podzolic Soil" ou Litossol. TAVERNIER e SMITH (79) caracterizaram o horizonte (B) por apresentar estrutura angular, textura similar à do horizonte precedente, ausência de cerosidade e cor mais vermelha que a dos horizontes acima e abaixo.

Laatsch em 1938 (TAVERNIER e SMITH, 79) caracterizou o horizonte (B) pouco desenvolvido dos Solos Bruno Ácidos, como resultante do intemperismo químico e oxidação de ferro sem iluviação. Colocou a letra B que representa este horizonte entre parêntesis, a fim de distingui-lo do horizonte B podzolizado, que é enriquecido por colóides iluviais.

A COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) adotou a denominação Solo Bruno Ácido (similar).

BAUR e LYFORD (8) caracterizaram o Solo Bruno Ácido pela presença de horizonte (B) cujas propriedades eram semelhantes às apresentadas por TAVERNIER e SMITH (79). Constatou ainda a presença de horizonte A_2 nesta unidade de solo na região noroeste dos Estados Unidos. Diferenciou este solo do Litossol através da presença de horizonte (B); e do Podzólico Vermelho Amarelo por apresentar ausência de cerosidade e baixo valor da relação entre o teor de argila dos horizontes B e do A.

A COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) adotou a denominação Solo Bruno Ácido (similar), de acordo com Dudal, para aqueles solos que apresentavam como característica fundamental horizonte B incipiente. Este horizonte foi caracterizado por apresentar espessura entre 20 e 70 cm, ausência de gradiente textural e relação argila do horizonte B para o A entre 0,9 e 1,0, grau de floculação em torno de 100 %, capacidade de troca de cátions entre 3 e 6 m.eq/100 g, alto teor de alumínio e relação sílica/alumina entre 1,5 e 1,9. Além da presença do horizonte B incipiente, este solo apresenta elevados teores de silte, coloração entre 10YR e 4YR e índices de saturação de bases baixos.

Recentemente a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (39) considerou o horizonte B incipiente com B câmbico de acordo com o SOIL SURVEY STAFF (75), e cita que às vezes este horizonte apresenta características morfológicas similares às do horizonte B latossóli

co, diferenciando o B latossólico por ser este último, mais intemperizado. Assim como para o Litossol, a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (39) classificou o Solo Bruno Ácido levando em consideração a saturação de bases, o tipo de horizonte A e a textura.

Em Brasília (EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO, 37) o Solo Bruno Ácido (similar) ocupa áreas onde o relevo é ondulado, cujas colinas apresentam topo arredondado e a vegetação é campo cerrado ou cerrado ralo. Nesta região a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) classificou o Solo Bruno Ácido, de acordo com a 7ª Aproximação, na ordem Inceptisols e a nível de subgrupo como Oxic Humitropepts.

2.6. Catenas de solos

O termo catena foi originalmente conceituado por Milne (RUHE, 70) como sendo uma sequência de solos que vai desde o topo até a parte mais baixa de uma colina, sendo as variações de perfis devidas às condições de drenagem e à história passada da superfície. Considerou ainda duas variantes de catena, sendo uma originada a partir de um único material de origem e a outra a partir de duas ou mais formações litológicas. Os diferentes solos encontrados numa catena, Milne atribuiu às condições de drenagem, transporte diferencial do material erodido, lixiviação, translocação e redeposição de constituintes químicos móveis.

RUHE (70) propôs a seguinte denominação para os elementos da catena de Milne: terras altas (upland), pedimento de encosta (pediment backslope), pedimento de sopé (pediment footslope) e aluvião

(alluvial toeslope).

O conceito original de catena, no entanto, tem sido interpretado diferentemente por vários autores. Assim, BUSHNELL (19) verificou que em áreas com grande uniformidade topográfica e semelhança na drenagem, o conceito de catena de Milne é difícil de ser aplicado. Considerou ainda que o termo catena deve ser usado para a sequência de solos sobre um mesmo material de origem.

WATSON (85), fazendo uma revisão sobre catena, discutiu os vários conceitos diferentes sobre este termo. Dentre eles Bushnell definiu catena como sendo uma sequência de solos que diferem quanto às condições hidrológicas, sobre um determinado material de origem e sob um clima uniforme, podendo ou não estarem numa sequência contínua. Cita também que Beckley sugeriu o termo catena para solos sob diferentes condições climáticas. WATSON (85) concluiu que os diferentes solos que se encontram numa catena se devem a vários fatores e, dentre eles, os mais importantes são: condições hidrológicas, gradiente da encosta, erosão e lixiviação de materiais do topo para a parte mais baixa da encosta.

FRYE (43) verificou que existia muita controvérsia quanto à ação da erosão no desenvolvimento da encosta, citando que King considera que a evolução se deve principalmente à natureza da vegetação. Entretanto, FRYE (43) verificou que o clima é mais influente, pois não só atua sobre a vegetação como também no estado de alteração dos minerais.

RUHE (70), estudando a relação dos solos com os elementos da paisagem, verificou que ocorre um maior desenvolvimento dos solos em direção à região do aluvião. Entretanto, FRANSMEYER (42) constatou que, à medida que descia numa encosta, os solos apresentavam maior saturação de bases, teor de argila mais elevado e a quantidade de caulinita aumentava. JOHNSON e JEFFRIES (54), estudando o efeito da drenagem no intemperismo dos minerais de argila na catena de Allenwood, na Pensilvânia, verificou que a mineralogia da fração argila era semelhante em todos os solos e o que variava era a taxa de intemperização. Constatou ainda que esta variação era devido à drenagem.

No presente estudo foi utilizado o termo catena conforme a definição original de Milne (RUHE, 70), por terem os solos se originado de mais de um material de origem.

3. CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO

A área em estudo localiza-se na Região de Sete Lagoas, Zona Metalúrgica do Estado de Minas Gerais, no vale do Rio das Velhas. Está compreendida entre os rios Paraopeba e Cipó, numa faixa delimitada ao norte pela latitude de $19^{\circ} 10' 30''$ e ao sul pela latitude de $19^{\circ} 34' 10''$ (Figura 1).

3.1. Geologia

A Região em estudo situa-se na Série Bambuí que pode ser considerada de idade eo-paleozóica. OLIVEIRA e LEONARDOS (66) delimitaram esta Série a leste pela Serra do Espinhaço, a oeste pela Serra Mata da Corda, a sul pela Serra das Vertentes e estendendo-se até o norte da Bahia.

A Série Bambuí foi subdividida no Centro-Norte de Minas Gerais por COSTA (30) em Formação Rio Paraopeba, Formação Sete Lagoas e Formação Carrancas.

Segundo BRANCO (16), acima da formação basal (Formação Carrancas) e em concordância com a mesma, encontra-se a Formação Sete Lagoas onde, durante um período de sedimentação química, foram depositados cerca de 200 m de calcário. Este calcário sofreu na sua parte basal metamorfismo epizonal transformando-o em mármore clorítico claro ou esverdeado. Na Região em estudo a Formação Sete Lagoas é a que ocupa maior área. Apresenta na Região de Prudente de Moraes, nos níveis mais elevados, o calcário aflorando quase horizontalmente, com presen

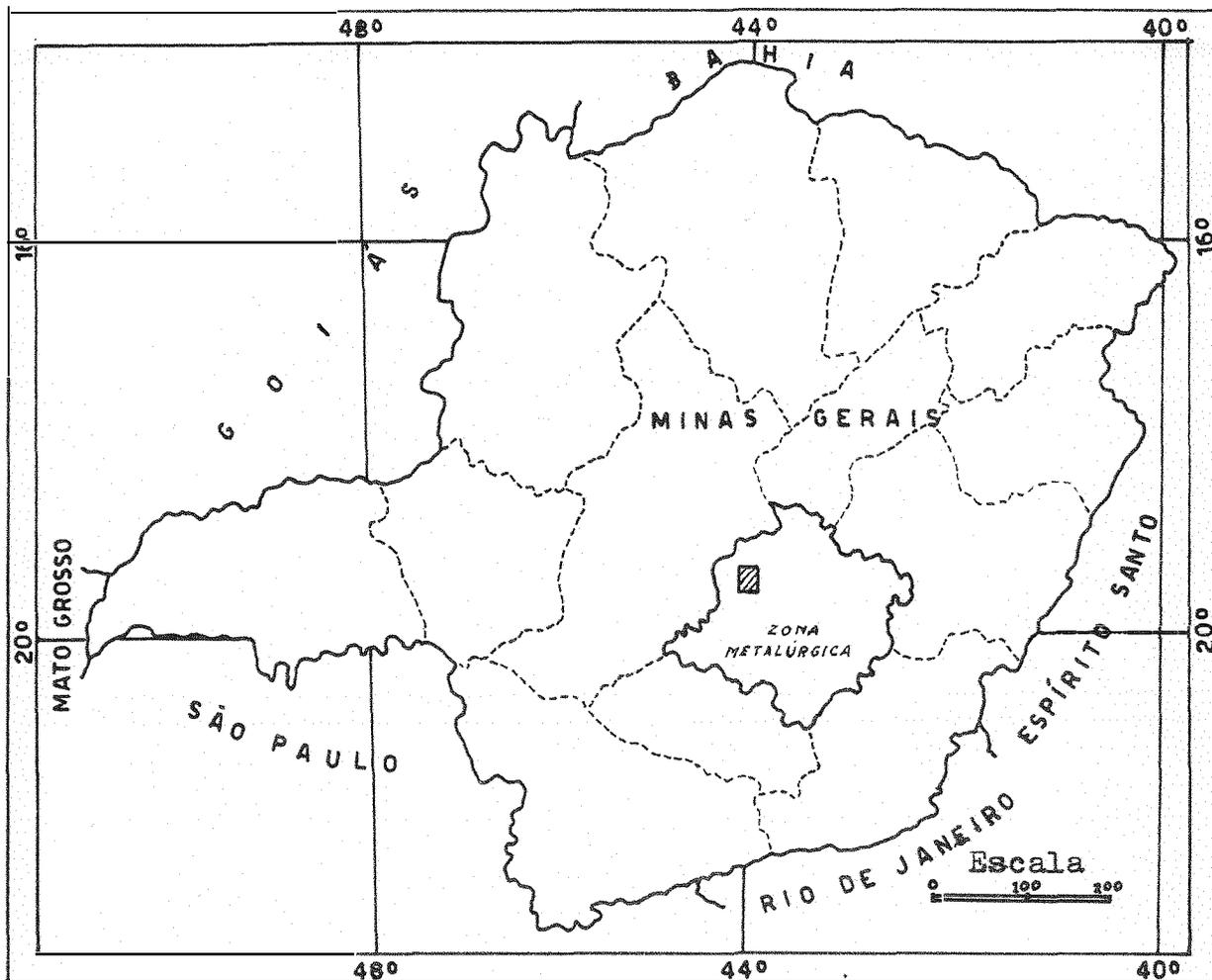


Figura 1 - Localização da Região de Sete Lagoas no Estado de Minas Gerais

ça de dolinas. Nos níveis inferiores, o calcário é normalmente impuro e silicoso, encontrando-se bacias que normalmente apresentam lagoas no seu interior. Esta formação calcária estende-se até a Serra de Santa Helena, apresentando na base calcário que está sobre mármore e, no topo, é constituída por ardósias decompostas.

Na parte superior da Série Bambuí (Formação Rio Paraopeba), a sedimentação clástica domina e sua espessura total é superior a 500 m, (BRANCO, 16). Logo acima do calcário vem uma camada com cerca de 200 m de espessura, constituída de ardósia clorito-sericítica não calcária, que se separa em placas de espessura bastante uniforme. Na Região de Sete Lagoas esta formação se inicia após a Serra de Santa Helena, onde a ardósia aparece decomposta, com aspecto de folhelho, apresentando planos de deslocamento preenchidos por pequenos veios de quartzo.

Um corte geológico da Região pode ser visto na Figura 2.

3.2. Relevo

BRANCO (16) assinala que a área estudada é dominada por um vasto pediplano com altitude ao redor de 800 m, que se estende desde a Serra de Santa Helena, a este, até além do rio das Velhas. Este relevo teria sido elaborado após a deposição do Cretáceo Superior, durante o Terciário Inferior, através de aplainamento generalizado, denominado de ciclo erosivo Sul Americano. Esta superfície apresenta topos de altitude concordante, variando entre 850 m (Região de João Pi-

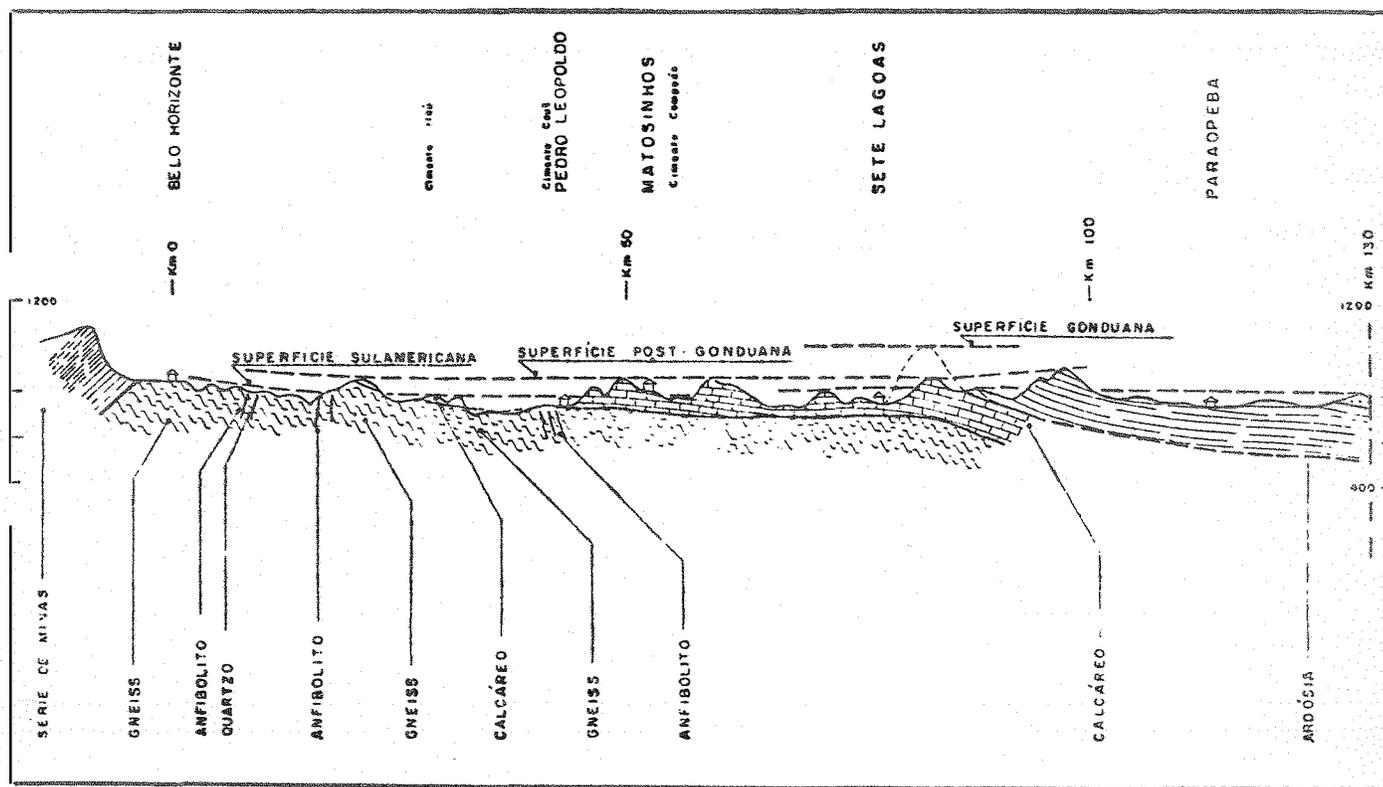


Figura 2 - Corte geológico da região entre Belo Horizonte e Paraopeba, onde está incluso a área em estudo (BRANCO, 16).

nhéiro) a pouco mais de 700 m (Região de Sete Lagoas) conforme se observa na Figura 2. A superfície Sul Americana, ainda no Terciário Superior, foi dissecada durante o ciclo erosivo Velhas por vales pouco profundos. Em muitos pontos da superfície Sul Americana, ela está representada por altos terraços fluviais com cascalheiras. Estes terraços fluviais com seixos situam-se a 400 m acima do rio das Velhas.

O alto da Serra de Santa Helena, com mais de 1000 m, apresenta um aplainamento típico de superfície Gonduana, (BRANCO, 16). Após a transposição da Serra, na direção da cidade de Paraopeba, encontra-se um relevo com pequenos terraços a uma altitude em torno de 800 m, correspondentes ao desenvolvimento de cristas Post-Gonduana.

3.3. Solos

Grande parte dos solos da Região em estudo são provenientes de material retrabalhado, principalmente calcário e folhelho. Foram selecionados para o presente trabalho três catenas de solos, sendo duas de folhelho e uma de calcário.

3.3.1. Catena sobre calcário

Os solos que compõem a catena desenvolvida a partir de calcário são: Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) , Terra Roxa Estruturada e Latossol Vermelho Escuro.

O Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) é encontrado sobre calcário, ocupando área restrita cuja declividade é

em torno de 20 % e a altitude é de 860 m. A pequena área ocupada por este solo na Região se explica por ser normalmente pequena a ocorrência de calcários.

A Terra Roxa Estruturada encontra-se nas proximidades de afloramentos calcários, ocupando mais frequentemente as encostas as quais apresentam uma forma convexa, com declividade variando de 10 a 20 % e altitude média de 810 m.

Nas partes mais baixas da catena, onde o relevo é plano ou suavemente ondulado, cuja declividade varia de 2 a 5 % e a altitude é em torno de 750 m, encontra-se o Latossol Vermelho Escuro ocupando maior área que os demais solos.

Na Figura 3 (a) está esquematizada a posição dos perfis que compõem a catena de calcário no relevo da região.

3.3.2. Catena sobre folhelho

Foram escolhidas duas catenas desenvolvidas a partir de folhelho, situadas nas localidades de Barreiro e de Prudente de Moraes. Os solos que constituem estas catenas são: Litossol-fase substrato folhelho, Solos Bruno Ácido (similar) e Latossol Vermelho Escuro.

O Litossol-fase substrato folhelho é encontrado nas partes mais elevadas da região do Barreiro, onde o relevo é ondulado e a declividade varia de 10 a 15 %; apresenta espessura variando normalmente entre 40 e 60 cm. Encontram-se às vezes, nesta posição topográfica, afloramentos de folhelho.

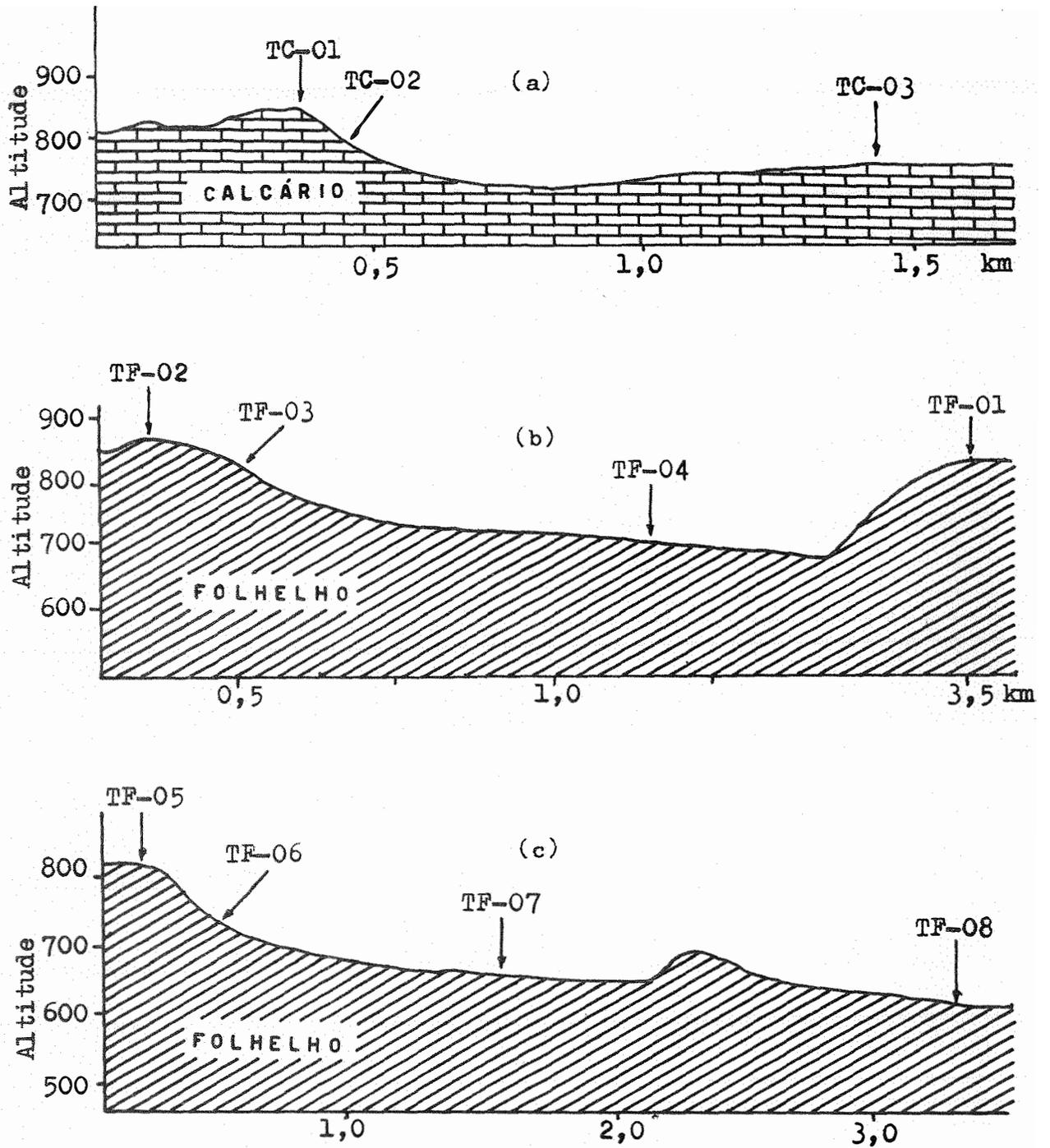


Figura 3 - Localização dos perfis que compõem as catenas: (a) sobre calcário, (b) sobre folhelho da Região do Barreiro e (c) sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

Os Solos Bruno Ácidos (similar), que são mais profundos que o Litossol-fase substrato folhelho, ocupam, na região do Barreiro, o terço superior das encostas, onde o relevo é côncavo e a declividade varia de 5 a 10 %. É um solo de transição do Litossol-fase substrato folhelho para o Latossol Vermelho Escuro e, provavelmente, apresenta contribuição de material proveniente dos solos que ocupam as partes mais altas. Na região de Prudente de Moraes o Solo Bruno Ácido (similar) ocupa as partes mais elevadas e também o sopé das encostas, onde a altitude é em torno de 760 m e a declividade inferior a 10 %.

Nas partes mais baixas das catenas de folhelho, onde o relevo varia de plano a suavemente ondulado, com declividades entre 2 e 5 % e altitudes inferiores a 720 m, encontra-se o Latossol Vermelho Escuro.

A posição dos perfis que compõem as catenas de folhelho no relevo regional está esquematizada nas Figuras 3 (b e c).

3.4. Clima

O clima da Região é, segundo a classificação de Koppen, mesotérmico úmido de verão quente (Cwa), sendo a média do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio superior a 18 °C. Apesar da elevada precipitação atmosférica (1.313 mm), há condições de aridez temporária devido à grande irregularidade de distribuição das chuvas, associadas ao elevado coeficiente de evapotranspiração do período seco do ano. Tal deficiência está apresentada no gráfico da Figura 4.

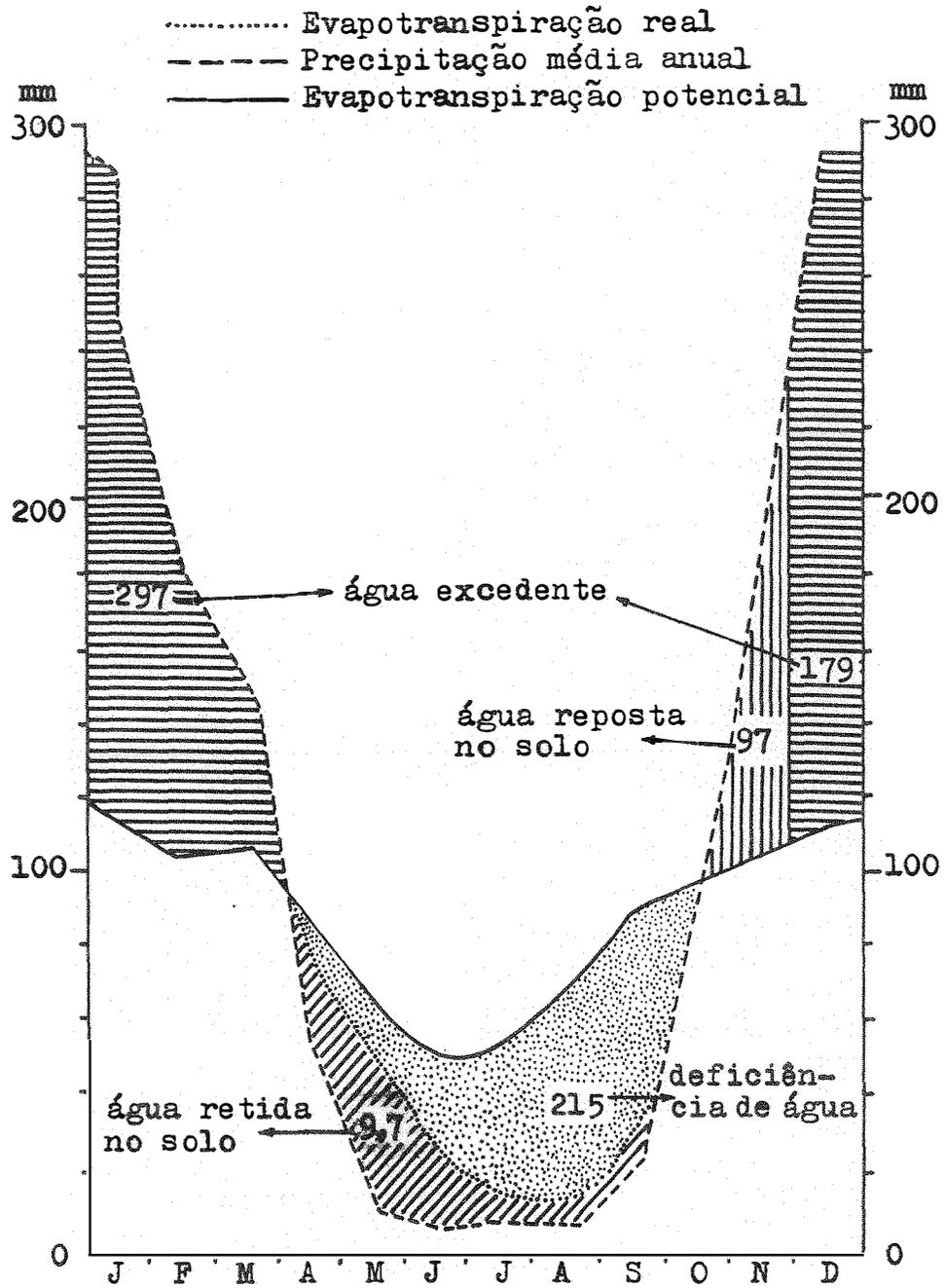


Figura 4 - Balanço hídrico da Região de Sete Lagoas, segundo Thorntwaite e Matter, 1955.

A unidade relativa dos meses mais chuvosos (novembro, dezembro e janeiro) é maior que 75 % e dos demais meses mais secos, menor que 46 %. Alguns dados climáticos estão representados nos gráficos da Figura 5.

3.5. Vegetação

A vegetação predominante são os campos cerrados (MAGALHÃES, 59) e sua distribuição está intimamente ligada às condições físicas, fertilidade e água disponível dos solos (COLE, 26).

Na Região em estudo, o desenvolvimento da vegetação acompanha o dos solos, encontrando-se sobre os solos mais evoluídos uma vegetação mais densa e de maior porte, enquanto que nos solos pouco desenvolvidos predomina uma vegetação graminóide. Nas áreas onde o solo tem contribuição de calcário, as quais são restritas, a cobertura vegetal é mata seca (Mata caducifólia).

Nos locais onde os solos foram originados de material provenientes de folhelho, a cobertura vegetal distribui-se do seguinte modo:

- a. no topo das elevações onde o solo normalmente é um Litosol-fase substrato folhelho, encontra-se a vegetação de campo, que é constituída de gramíneas, com presença de algumas espécies arbustivas;
- b. as encostas, onde ocorre normalmente o Solo Bruno Ácido (similar), são cobertas por uma vegetação de transição en

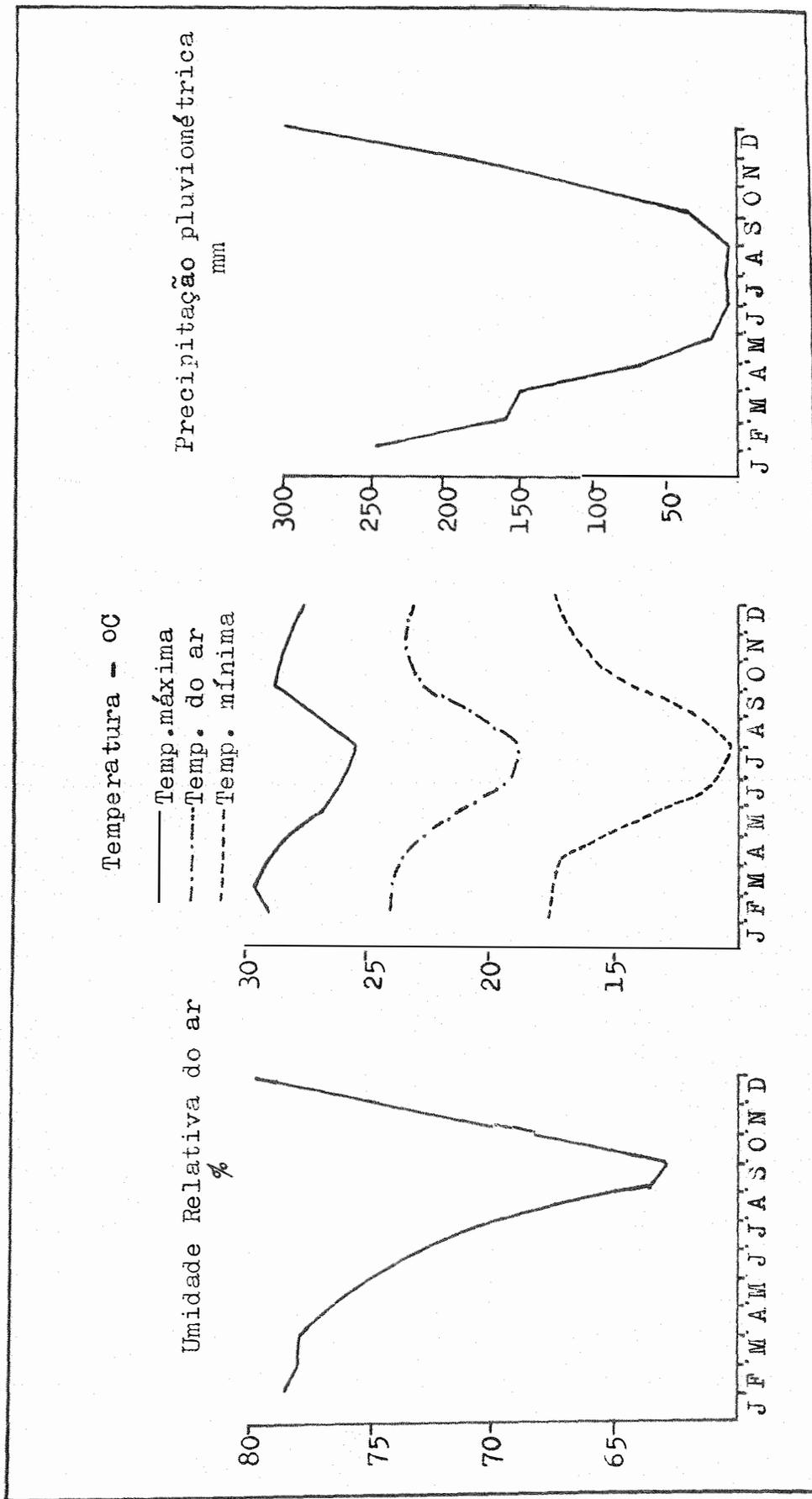


Figura 5 - Alguns dados climáticos da Região de Sete Lagoas (período de 1926 a 1964)

tre campo e cerrado, com dominância de espécies arbustivas. Às vezes encontra-se um cerrado cujas espécies apresentam porte baixo e são esparsas;

- c. os cerrados são encontrados nas partes baixas ou nas encostas onde o declive é suave, sobre o Latossol Vermelho Escuro.

Nas áreas onde o Latossol Vermelho Escuro recebe contribuição do calcário, o cerrado apresenta maior desenvolvimento e densidade que aquele sobre Latossol Vermelho Escuro proveniente de folhelho.

Sobre a Terra Roxa Estruturada e o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical), a cobertura vegetal é a mata seca, podendo muitas vezes encontrar-se sobre a Terra Roxa Estruturada, uma vegetação de transição desta mata para o cerrado.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Material

4.1.1. Solos

A fim de se ter uma idéia da distribuição dos solos, bem como demarcar as áreas onde seriam coletados os perfis, efetuou-se uma excursão de caráter exploratório na Região e selecionaram-se três catenas, sendo duas originárias de folhelho e uma de calcário. Posteriormente, foi feita a seleção e demarcação de locais onde seriam abertas as trincheiras (Figura 6). Nesta seleção, procurou-se obter perfis que fossem bem representativos de cada unidade de solo.

As trincheiras foram abertas até a profundidade de dois metros ou até atingir a rocha, quando esta localizava-se em profundidade inferior. Foi feita a descrição morfológica de acordo com o SOIL SURVEY STAFF (73) e tomou-se o cuidado de determinar a altitude e declividade do local. Foram coletados aproximadamente dois quilos de terra de cada horizonte, de acordo com as recomendações usuais e amostras orientadas para estudos micropedológicos.

Na catena de solos desenvolvidos a partir de calcário, localizada no Município de Prudente de Moraes, foram selecionados e coletados três perfis de solos, sendo um Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01), um de Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) e um de Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03).

O Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical)

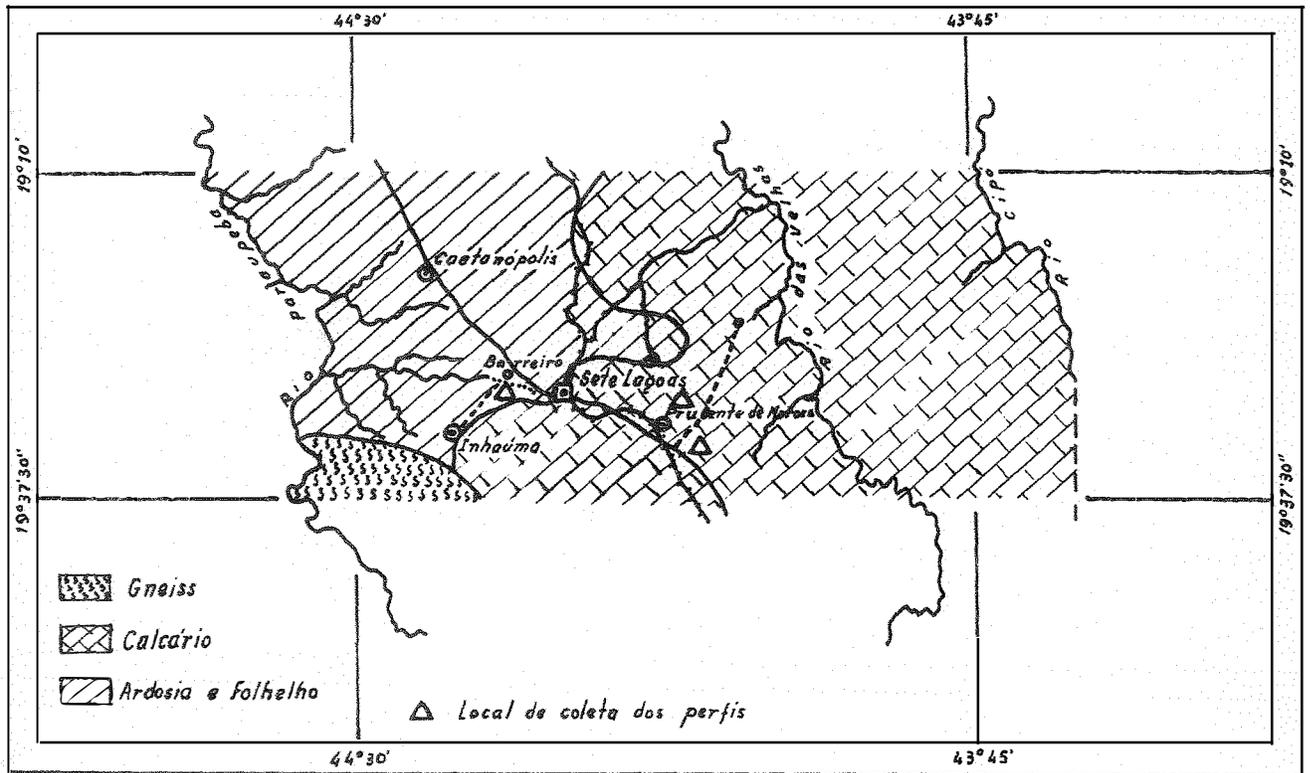


Figura 6 - Localização das áreas onde foram coletados os perfis

(perfil TC-01) localizado sobre calcário, situa-se à margem direita da rodovia estadual que liga Belo Horizonte a Sete Lagoas, no km 65. Na encosta desta catena, a uma distância aproximada de 200 m do perfil TC-01, foi localizado o perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada), cuja altitude local é de 810 m. Finalmente, na parte mais baixa da catena foi coletado o perfil TC-03 (Latosol Vermelho Escuro), situado à margem da estrada que liga o Pião a Funilândia, a 800 m da rodovia Belo Horizonte/Sete Lagoas. As características morfológicas dos perfis da catena de calcário estão apresentadas no Quadro 1.

Os perfis que representam os solos da catena de folhelho da Região do Barreiro, foram coletados na localidade do Barreiro. O perfil TF-01 (Litossol-fase substrato folhelho) foi descrito no topo da Serra da Gineta à margem direita da rodovia Br-040 no km 629. No topo de uma elevação à margem direita desta mesma rodovia no km 623, foi coletado o perfil TF-02 (Litossol-fase substrato folhelho) e no terço superior da encosta desta elevação foi descrito o perfil TF-03 Solo Bruno Ácido, similar). O perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro) foi coletado na baixada à esquerda da rodovia Br-040, a 500 m da entrada de Inhaúma. As características morfológicas dos solos da catena de folhelho da Região do Barreiro, estão representadas no Quadro 2.

Os perfis que representam os solos da catena de folhelho da Região de Prudente de Moraes foram coletados na Região da Igrejinha, exceto o perfil TF-08 (Latosol Vermelho Escuro), que foi descrito na área de cerrado de frente à lagoa da Sanguessuga, na Fazenda Experimen-

Quadro 1 - Principais características morfológicas dos perfis da catena sobre calcário.

Horizontes	Profundidade cm	Cor Úmida		Estrutura	Consistência	Observações
		Matiz	Mosqueado			
<u>Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01)</u>						
A _p	0- 12	5YR 3/3	-	gru,gr/mgr, mod.	du,fir,pl,peg	presença cascalho
A ₃	12- 20	5YR 3/3	-	gru,m/pq, mod.	ldu,fir,m.pl,peg.	presença cascalho
IIB ₂	20- 40	2,5YR 4/4	2,5YR 4/6 var.	pr,m,for,ce.po,for.	m.dur,fir,m.pl,peg.	presença cascalho (pouco)
IIB ₃	40- 64	7,5YR 5/6	7,5YR 6/8 var.	pr,m,for,ce.abd,mod.	ex.du,m.fir,m.pl,m.peg.	presença cascalho (pouco)
IIC ₁	64-141	10YR 6/4	7,5YR 5/6 var.	lam,gr,for,ce.abd for	ex.du,m.fir,m.pl,m.peg.	presença folhelho
IIC ₂	141-200	7,5YR 5/8	10YR 6/4 e 10YR 6/6 var.	lam,mgr,for,ce.po,for	ex.du,m.fir,m.pl,m.peg	presença folhelho
<u>Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)</u>						
A _p	0- 6	2,5YR 3/2	-	gru,m/gr,mod,ce.con,mod	l.du,fri,pl,m.peg	-
IIB ₁	6- 24	7,5YR 4/6	-	pr,m,mod,ce.abd,mod	du,fir,pl,m.peg.	-
IIB ₂	24- 47	10R 4/6	-	pr,m,mod,ce.abd,mod	du,fir,pl,m.peg.	-
IIB ₂₁	47-109	10R 4/4	-	pr,gr,for,ce.abd,mod	m.du,fir,pl,m.peg.	-
IIB ₂₂	109-130	10R 4/6	-	pr,gr,for,ce.abd,mod	m.du,fir,pl,m.peg.	presença cascalho fino
IIB ₃	190-200	10R 3/6	-	s.ang,gr,for,ce.abd,mod	m.du,fir,pl,m.peg.	-
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03)</u>						
A _p	0- 14	2,5YR 3/4	-	gru,m,pq, fra	l.du,fri,pl,peg.	-
A ₃	14- 33	2,5YR 3/6	-	gra,m,pq, fra	l.du,m.fri,pl,peg.	-
B ₁	33- 48	2,5YR 3/6	-	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	-
B ₁₁	43- 82	2,5YR 3/6	-	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	-
B ₁₂	82-142	2,5YR 3,5/6	-	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	-
B ₂₁	142-208	2,5YR 3,5/6	-	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	-
B ₂₂						

gru = grumosa; pr = prismática; lam = laminar; s.ang = subangular; gra = granular; gr = grande; mgr = muito grande; m = média; pq = pequena; mpq = muito pequena; mod = moderada; for = forte; fra = fraca; ce = cerosidade; po = pouca; abd = abundante; du = duro; ex. du = extremamente duro; m.du = muito duro; l.du = ligeiramente duro; ma = macio; fir = firme; m.fir = muito firme; fri = friável; pl = plástico; m.pl = muito plástico; peg = pegajoso; m.peg = muito pegajoso.

Quadro 2 - Principais características morfológicas dos perfis da catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

Horizontes	Profundidade cm	Cor Úmida		Estrutura	Consistência	Observações
		Matiz	Mosqueado			
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01)</u>						
A _p	0- 11	7,5YR 5/6		gru,pq/gr, fra, ce.fra, po	du, fir, pl, peg.	-
C ₁	11- 21	7,5YR 5/8	2,5Y 7/5	s.ang, m/gr, mod	du, fir, pl, m.peg.	Presença folhelho
C ₂	21- 30	5YR 5/8	2,5Y 7/5	s.ang, m/gr, mod	du, fir, pl, m.peg.	Presença folhelho
C ₃	30- 60	5YR 5/6	2,5Y 5/6	maciça	m.du, m.fir, pl, m.peg.	Presença folhelho em grande quantidade
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02)</u>						
A	0- 9	10YR 5/6		s,ang, m, mod, ce.fra, abd	du, fir, pl, peg.	-
C	9- 40	7,5YR 5,5/8		s.ang, pq, fra	l.du, fir, pl, peg.	Presença folhelho
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-03)</u>						
A	0- 11	10YR 5,5/6		s.ang, m/gr, mod, ce.fra, abd	du, fir, pl, peg.	Presença cascalho
(B)	11- 27	10YR 5,5/6		s.ang, m/gr, mod, ce.fra, po	l.du, fri, pl, peg.	Pres.cascalho e folhelho
C ₁	27- 60	5YR 5/8	2,5YR 7/6	pr, m, mod, desfaz-se em s.ang. m, for.	l.du, fri, pl, peg.	Pres.cascalho e folhelho
IIC ₂	60-104	5YR 5/6	2,5YR 7/6	pr, gr, mod, desfaz-se em s. ang, peq/m, fra.	l.du, fri, pl, peg.	Pres.cascalho e folhelho
IIC ₃	104-134	5YR 5/8		maciça porosa	l.du, fri, pl, peg.	Pres.cascalho e folhelho
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-04)</u>						
A ₁	0- 11	2,5YR 3/4		gru, m/pq, for	l.du, fir, pl, peg.	-
A ₂	11- 31	2,5YR 3/6		gru, gr, for	l.du, fir, pl, peg.	-
B ₁	31- 60	2,5YR 3,5/6		maciça porosa, desfaz em s.ang, m/gr, m.fra.	l.du, fir, pl, m.peg.	-
B ₂₁	60- 90	2,5YR 3,5/6		maciça porosa, desfaz em s. ang, m/gr, m.fra.	ma, fri, pl, m.peg.	-
B ₂₂	90-128	2,5YR 4/6		maciça porosa, desfaz em s. ang, m/gr, m.fra.	ma, fri, pl, m.peg.	-
B ₂₃	128-171	2,5YR 4/6		maciça porosa, desfaz em s. ang, m/gr, m.fra.	ma, fri, pl, m.peg.	-
B ₃	171-200+	2,5YR 4/8		maciça porosa, desfaz em s. ang, m/gr, m.fra.	ma, fri, pl, m.peg.	-

gru = grumosa; s.ang = subangular; pr = prismática; pq = pequena; m = média; gr = grande; fra = fraca; m.fra = muito fraca; mod = moderada; for = forte; ce = cerosidade; po = pouco; abd = abundante; du = duro; l.du = ligeiramente duro; fir = firme; ma = macia; fri = friável; pl = plástico; peg = pegajoso; m.peg = muito pegajoso.

tal de Santa Rita. No topo da Serra da Igrejinha foi descrito o perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar) e no sopé da mesma, o perfil TF - 06 (Solo Bruno Ácido, similar). Dentro da propriedade do Sr. Antonio Barbosa próximo à divisa norte, foi coletado o perfil TF-07 (Latosol Vermelho Escuro). As características morfológicas dos solos da catena de folhelho de Prudente de Moraes estão agrupadas no Quadro 3.

As análises químicas e físicas foram feitas em amostras de todos os horizontes dos perfis, entretanto para as análises mineralógicas foram selecionados apenas alguns horizontes de cada perfil, que estão relacionados no Quadro 4.

4.1.2. Aparelhos

- Raio-X

Para as análises difratométricas utilizou-se um aparelho Norelco de fabricação Philips Electronic Instruments, cuja fonte de irradiação utilizada foi um tubo de cobre com filtro de níquel e trabalhou com velocidade de varredura de $2^{\circ} 2\theta/\text{minuto}$.

- Análise térmica diferencial

Para esta análise foi usado um aparelho Delta Therm da Technical Equipment Corporation. Operou-se com incrementos de temperatura de $10^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ e a temperatura máxima foi de 700°C .

Quadro 3 - Principais características morfológicas dos perfis da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

Horizontes	Profundidade cm	Cor Úmida		Estrutura	Consistência	Observações
		Matiz	Mosqueado			
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-05)</u>						
A ₁	0- 18	2,5Y	5/2	gra,pq,mod.	1.du,fir,pl,peg.	Cascalho abundante
A ₂	18- 39	2,5Y	5/4	gra,pq,mod.	1.du,fir,pl,peg.	Cascalho abundante
(B ₂)	39- 61	10YR	6/8	gru,m.pq,mod.	1.du,fir,pl,peg.	Pouco cascalho
(B ₂)	61- 72	10YR	7/8	gru,m.pq,mod.	1.du,fir,pl,m.peg.	Pouco cascalho
IIC ₁	72- 92	7,5YR	5/8	7,5YR 5/4 5YR 5/5	mac. desfaz-se em s.ang,pq, fra.	1.du,fir,pl,peg. -
IIC ₂	92-112	7,5YR	4/6	5YR 5/6	maciça porosa	1.du,fir,pl,peg. -
IIC ₃	112-150	7,5YR	4/6	5YR 5/6	maciça porosa	1.du,fir,pl,peg. -
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06)</u>						
Ap	0- 10	10YR	5/4	s.ang,pq,for/mod.	du,m.fri,pl,peg.	Cascalho fino
A ₂	10- 22	10YR	5/6	s.ang,pq,for/mod.	du,m.fri,pl,peg.	-
(B ₂)	22- 41	7,5YR	6/8	2,5YR 7/6	s.ang,pq,for/mod.	1.du,fri,pl,peg. Presença de folhelho
(B ₂)	41- 71	7,5YR	6/6	mac.desfaz-se em s.ang,for, m.pq.	1.du,fri,pl,peg. m.peg.	-
(B ₃)	71- 98	7,5YR	6/8	mac.desfaz-se em s.ang,for, m.pq.	1.du,fri,pl,peg. m.pq.	-
C ₁₁	98-126	5YR	6/8	mac.desfaz-se em s.ang,for, m.pq.	1.du,fri,pl,peg. m.pq.	-
C ₁₂	126-156	5YR	6/8	mac.desfaz-se em s.ang,for, m.pq.	1.du,fri,pl,peg. m.pq.	-
C ₁₃	156-200	5YR	6/8	mac.desfaz-se em s.ang,for, m.pq.	1.du,fri,pl,peg. m.pq.	-
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-07)</u>						
A ₁	0- 8	5YR	3/2	gra,pq,fra.	1.du,fri,pl,peg.	
A ₂	8- 28	2,5YR	3/4	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₁	28- 48	2,5YR	2/4	maciça	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₁	48-120	2,5YR	3/4	maciça	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₂₁	120-185	2,5YR	3/6	maciça	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₂₂	185-209	2,5YR	3,5/6	maciça	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₂₃				maciça	ma,m.fri,pl,peg.	
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-08)</u>						
A ₁	0- 5	2,5YR	3/3	gra,pq,fra.	ma,m.fri,pl,peg.	
A ₂	5- 22	2,5YR	3/5	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₁	22- 46	2,5YR	3/4	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₁	46- 80	2,5YR	2/4	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₂₁	80-120	2,5YR	2/5	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₂₂	120-170	2,5YR	3/6	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	
B ₂₃	170-200	2,5YR	3/5	maciça porosa	ma,m.fri,pl,peg.	

gra = granular; gru = grumosa; mac = maciça; s.ang = subangular; pq = pequeno; m.pq = muito pequena; fra = fraca; mod = moderada; for = forte; du = duro; L.du = ligeiramente duro; ma = macio; fir = firme; fri = friável; m.fri = muito friável; pl = plástico; peg = pegajoso; m.peg = muito pegajoso.

Quadro 4 - Horizontes selecionados para as análises mineralógicas.

Perfil	Solos	Horizontes selecionados
<u>Catena sobre calcário</u>		
TC-01	Mediterrânico Vermelho Amarelo (equi-valente tropical)	Ap, A ₃ , IIB ₃ e IIC ₂
TC-02	Terra Roxa Estruturada	Ap, IIB ₂₁ , IIB ₂₂ , trado 1 e trado 2
TC-03	Latossol Vermelho Escuro	Ap, B ₁₂ , B ₂₂ , trado 3 e trado 6.
<u>Catena sobre folhelho da Região de Barreiro</u>		
TF-01	Litossol-fase substrato folhelho	Ap, C ₂ e C ₃
TF-02	Litossol-fase substrato folhelho	A e C
TF-03	Solo Bruno Ácido (similar)	A, C ₁ e IIC ₂
TF-04	Latossol Vermelho Escuro	A ₁ , B ₂₁ , B ₂₃ , trado 1 e trado 3.
<u>Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes</u>		
TF-05	Solo Bruno Ácido (similar)	A ₁ , (B ₂), (B ₃), IIC ₂ e IIC ₃
TF-06	Solo Bruno Ácido (similar)	Ap, (B ₁), (B ₂), C ₁₁ e C ₁₃
TF-07	Latossol Vermelho Escuro	A ₁ , B ₁ , B ₂₃ , trado 2 e trado 3
TF-08	Latossol Vermelho Escuro	A ₁ , B ₁ , B ₂₃ , trado 1 e trado 2.

- Microscópio de luz polarizada

Para as análises micropedológicas foi utilizado um microscópio polarizante de fabricação Leitz, modelo Standart.

4.2. Métodos

4.2.1. Análise mineralógica da fração argila do solo

4.2.1.1. Preparação das amostras

A preparação das amostras da fração argila para as análises mineralógicas foi executada utilizando-se a metodologia preconizada por JACKSON (51).

- Remoção de sais solúveis e cátions divalentes

Consistiu em tratar 30 g de TFSA com 300 ml de acetato de sódio 1 N de pH 5,0 sob aquecimento em banho-maria por 30 minutos. Após este tratamento, deixou-se em repouso para decantação e então removeu-se o sobrenadante. Este tratamento foi repetido mais duas vezes.

- Oxidação da matéria orgânica e eliminação de óxido de manganês livre.

Após o tratamento anterior, adicionou-se a cada amostra 5 ml de peróxido de hidrogênio 30 %, deixou-se que a reação se processasse por alguns minutos e aqueceu-se a uma temperatura de aproximadamente 60° C até que a reação fosse abrandada. Repetiu-se este trata-

mento utilizando 10 ml de peróxido de hidrogênio a 30 % até que a reação não mais se processasse. Tomou-se o cuidado de cobrir os copos a fim de evitar secagem das amostras. Finalizando o tratamento, os tampos foram retirados e deixou-se que o excesso de água fosse evaporado, sem contudo permitir a secagem das amostras.

- Remoção de óxido de ferro livre

A eliminação de óxido de ferro livre, baseou-se na redução do mesmo através do ditionito de sódio e remoção por meio de um agente complexante que foi o citrato de sódio.

O tratamento consistiu em adicionar às amostras isentas de matéria orgânica, sais solúveis e óxido de manganês, ditionito de sódio em presença de citrato de sódio tamponado, mantendo-se a temperatura entre 75-80 °C por 15 minutos. Finalizado o tratamento provocou-se a floculação dos coloides através da aplicação de cloreto de sódio 1 N. Após decantação, o sobrenadante foi sifonado e o procedimento repetido até que o mesmo se apresentasse incolor. O tratamento foi repetido até que o óxido de ferro fosse totalmente removido.

- Separação da fração argila

Após os tratamentos anteriores, foi adicionado às amostras, carbonato de sódio 2 %, agitou-se e através de uma peneira separou-se a areia do silte e da argila, sendo estes coletados numa proveta de um litro. A areia retida na peneira foi lavada, seca e armazenada.

Na proveta onde foram coletados o silte e a argila, completou-se o volume e após 24 horas coletou-se os primeiros 20 cm. Novamente completou-se o volume e sucessivas vezes repetiu-se o tratamento até completa remoção de argila.

- Saturação da fração argila com potássio

Em tubo de centrífuga, foram colocados aproximadamente 50 mg de argila e adicionou-se 10 ml de cloreto de potássio 1 N, agitou-se, centrifugou-se e eliminou-se o sobrenadante. Este tratamento foi repetido mais duas vezes. Finalizada a saturação, eliminou-se o excesso de cloreto através de lavagens sucessivas, com água, álcool e acetona. Comprovou-se a ausência de cloreto mediante testes com nitrato de prata.

- Saturação da fração argila com magnésio

Procedeu-se aos mesmos tratamentos feitos para saturação com potássio, modificando apenas o ion saturante, utilizando cloreto de magnésio. Feita a saturação, tomou-se uma porção de aproximadamente 50 mg de argila, a qual foi secada em estufa a 120 °C durante 24 horas, triturada e armazenada.

4.2.1.2. Análise de Raio-X

A análise de raio-X foi empregada para identificação dos minerais componentes da fração argila dos solos em estudo.

- Preparo e montagem de amostras de argila orientada

O preparo e montagem de lâminas de argila para identificação dos minerais através de raio-X foi feita segundo HARWARD e THEISEN (47).

Para confecção da lâmina denominada glicolada, com uma espátula tomou-se uma certa porção de argila saturada com magnésio, adicionou-se uma gota de etileno glicol e com auxílio da espátula provocou-se a orientação da argila.

As lâminas saturadas com potássio foram preparadas pelo mesmo método anterior, somente que foram obtidas usando argilas saturadas com potássio e água. Estas lâminas foram irradiadas três vezes, sendo uma vez sem nenhum tratamento (K-natural) e duas vezes com aquecimento (350°C e 550 °C).

- Reconhecimento dos minerais da fração argila

O diagnóstico dos minerais foi feito de acordo com WARSHALL e ROY (84) e BRINDLEY (17), baseando-se no espaçamento basal dos minerais e na capacidade de serem ou não alterados com os diversos tratamentos (Quadro 5).

Quadro 5 - Identificação dos minerais de argila

Tratamentos Minerais	Natural	Glicolada	Aquecimento	
			350 °C	550 °C
Mica	10 Å	10 Å	10 Å	10 Å
Vermiculita	14 Å	14 Å	10 Å	10 Å
Montmorilonita	14 Å	17 Å	10 Å	10 Å
Caulinita	7,2 Å	7,2 Å	7,2 Å	-
Gibbsita	4,8 Å	4,8 Å	-	-

A presença de bandas no difratograma foi atribuída a minerais interestratificados (BRADLEY, 11, 12, 13 e WEAVER, 86).

4.2.1.3. Análise quantitativa dos minerais de argila

A determinação quantitativa de caulinita e gibbsita foi feita através da análise térmica diferencial (DIXON, 36). A amostra a ser analisada foi diluída usando-se como material inerte óxido de alumínio, na proporção de 1:4 ao invés de asbesto como preconizado por Dudal (DIXON, 36).

A quantidade de caulinita ou de gibbsita foi determinada mediante a fórmula:

$$\% \text{ de caulinita ou gibbsita} = \frac{\% \text{ de caulinita ou gibbsita obtida na curva}}{\% \text{ de argila na mistura com material inerte}} \times 100$$

Para obtenção das curvas de calibração, utilizou-se caulinita da Geórgia e gibbsita do Estado de Minas Gerais.

O material amorfo foi determinado através da metodologia preconizada por ALEXIADES e JACKSON (3). Foi utilizado como extrator o hidróxido de potássio 0,5 N pois, segundo CARVALHO (24), melhores resultados são obtidos utilizando este extrator. No extrato obtido determinou-se a sílica pelo método do molibdato amarelo (JACKSON, 51) e a alumina pelo método do aluminon (HSU, 49). A quantidade de material amorfo foi calculada através da fórmula:

$$\% \text{ de amorfo} = \% \text{ SiO}_2 + \% \text{ Al}_2\text{O}_3 + 20 \% \text{ de H}_2\text{O}$$

O teor de alumina utilizada nesta fórmula foi a quantidade determinada pelo método do aluminon deduzindo-se o teor de alumina equivalente à gibbsita, caso ela esteja presente no solo.

A análise quantitativa da mica foi baseada na determinação de potássio, considerando que 100 % de mica dioctaedral corresponde a 10 % de óxido de potássio e que 100 % de mica trioctaedral corresponde a 9 % de óxido de potássio. A metodologia utilizada foi semelhante à descrita por JACKSON (50, 51), que consiste no ataque da argila com ácido fluorídrico a 45 % em presença de ácido clorídrico 6 N, no extrato, determina-se o potássio.

A determinação de vermiculita e montmorilonita foi feita a través da metodologia preconizada por ALEXIADES e JACKSON (2). A quantificação destes minerais baseou-se na capacidade de fixação de potássio pela vermiculita quando aquecida a 110° C. Com base nesta constatação, determinou-se a capacidade de troca de cations da fração argila utilizando como cations índices o Ca e, em seguida, fez-se esta determinação usando potássio e aquecimento. A partir dos resultados obtidos, determinou-se os teores de vermiculita e montmorilonita através das fórmulas:

$$\% \text{ de vermiculita} = \frac{\text{CTC (Ca/Mg)} - \text{CTC (K/NH}_4)}{154} \times 100$$

$$\% \text{ de montmorilonita} = \frac{\text{CTC (K/NH}_4) - (5 + 105 \times \text{mat. amorfo})}{105} \times 100$$

4.2.2. Análise química dos solos

As análises químicas dos solos foram executadas de acordo com a metodologia preconizada por VETTORI (81). Foram feitas as seguintes determinações:

pH - foi determinado potenciométricamente em uma suspensão de água/solo e cloreto de potássio/solo numa proporção de 1:2,5 após um tempo de repouso superior a meia hora.

Ca^{++} , Mg^{++} e Al^{+++} - foram extraídos com solução 1 N de KCl.

Em uma alíquota determinou-se o Al^{+++} através de titulação da acidez. O Ca^{++} mais Mg^{++} foram determinados neste extrato pelo método do EDTA.

H^+ - o teor de hidrogênio foi determinado por intermédio da acidez titulável utilizando como extrator acetato de cálcio 1 N de pH 7,0 e titulando com hidróxido de sódio 0,1 N.

K^+ e Na^+ trocável - os teores destes cátions foram obtidos utilizando como extrator o ácido clorídrico e determinando-se sua concentração por fotometria de chama.

S (soma de bases) - obteve-se através da soma de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ .

CTC (capacidade de troca de cátions) - foi obtida através da soma de bases mais o valor da acidez titulável.

V % (índice de saturação de bases) - foi calculado a partir da soma de bases e da capacidade de troca de cátions, com auxílio da fórmula:

$$V \% = \frac{S}{CTC} \times 100$$

Carbono orgânico - foi determinado através da metodologia preconizada por Tiurin a qual consiste na oxidação da matéria orgânica com bicromato de potássio 0,4 N.

Nitrogênio total - sua determinação foi feita através da digestão com H_2SO_4 utilizando como catalizador sulfato de cobre. Após transformação do nitrogênio em sal amoniacal, foi decomposto pela NaOH e o amoníaco foi recolhido em solução de ácido bórico 0,4 % e titulado com HCl 0,01 N.

Ataque sulfúrico - consistiu no ataque do solo com H_2SO_4 (densidade 1,47) por uma hora e o extrato foi diluído, filtrado e determinou-se o seguinte:

SiO_2 - o resíduo obtido através do ataque sulfúrico, foi fervido durante meia hora com Na_2CO_3 a 5 %; em uma alíquota desta solução, determinou-se a sílica colorimetricamente.

Al_2O_3 - em uma alíquota do extrato, adicionou-se excesso de NaOH a 30 % a fim de separar os metais pesados e após filtragem e neutralização com HCl, determinou-se o alumínio colorimetricamente através do EDTA.

Fe_2O_3 - tomou-se uma alíquota do extrato e determinou-se o ferro pelo bicromato, utilizando difenilamina

como indicador e o cloreto estanoso como redutor.

TiO_2 - o titânio foi determinado pelo método colorimétrico em água oxigenada, após eliminação da matéria orgânica com permanganato de potássio.

P_2O_5 - foi determinado no extrato obtido colorimetricamente, utilizando-se ácido ascórbico como redutor em presença de sal de bismuto.

Relação sílica/alumina (Ki) - foi calculado através das determinações da sílica e alumina a partir do ataque sulfúrico, sob a forma molecular.

4.2.3. Análise granulométrica e determinação de algumas constantes hídricas dos solos.

A determinação das frações granulométricas foi feita através de peneiramento e sedimentação. Utilizou-se como dispersante o hidróxido de sódio 1 N exceto para o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo e para a Terra Roxa Estruturada, para os quais utilizou-se o calgon.

Após agitação por oito horas em agitador de Wagner, foi determinada, por peneiramento, as frações areia grossa (2-0,2 mm) e areia fina (0,2- 0,02 mm). Por sedimentação em cilindro de Koettgen determinou-se o teor de argila. O silte foi quantificado por diferença.

A partir dos resultados da análise granulométrica determinou-se as classes texturais dos solos com auxílio da chave utilizada pelo

Instituto Agronômico de Campinas (CARVALHO, et al., 25).

O equivalente de umidade foi determinado pelo método preconizado por Briggs e MacLane e a água retida a 15 atmosferas através da placa de Richards ou câmara de pressão (VETTORI, 81).

4.2.4. Análise micropedológica

Tomou-se um bloco de 2 x 2 x 2 cm da amostra orientada dos horizontes selecionados de cada perfil e fez-se a impregnação dos mesmos com acrílico, de acordo com a metodologia descrita por CAMPOS et al. (20). Após endurecimento as amostras foram cortadas, polidas e coladas numa lâmina de vidro. Posteriormente, foi desgastada através de abrasivos até atingir a espessura aproximada de 30 microns. A interpretação da lâmina foi feita em microscópio com luz polarizada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise mecânica dos solos

5.1.1. Catena sobre calcário

Os resultados da análise mecânica dos solos que compõem a catena desenvolvida sobre calcário, estão apresentados no Quadro 6.

Como se pode observar, o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) mostra teores de silte e de argila aproximadamente iguais a partir de 20 cm de profundidade, sendo que nos 20 cm superficiais há uma ligeira predominância de silte. A distribuição de argila nesta unidade de solo é semelhante àquela encontrada por CARDOSO (23) em Solos Mediterrânicos de Portugal. Os teores de argila no perfil TC-01 sofrem um aumento em profundidade, apresentando valores extremos de 33,8 % (Ap) e 54,5 % (IIB₃). A fração silte, neste perfil, apresenta teores relativamente elevados, sendo em torno de 58% nos horizontes Ap e A₃ e inferiores a 47,9% nos demais horizontes, constatação esta também feita pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) e por MORGAN e OBENSHAIN (64) em perfis deste grande grupo de solos. A per - centagem de areia no perfil TC-01 é baixa e os teores mais elevados são encontrados nos horizontes superficiais, não havendo grande diferença entre os teores de areia fina e areia grossa.

A distribuição das frações granulométricas do perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical) sugerem uma

diferente origem dos horizontes superficiais, o que é fortalecido pela existência de seixos, em grande quantidade, difundidos na massa dos horizontes Ap e A₃.

No perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada) há predomínio da fração argila, cujos teores são superiores a 69 %, exceto no horizonte Ap onde é de 55,5 %. Os teores de silte são inferiores a 36,4 %, distribuindo-se irregularmente dentro do perfil. Os valores de silte encontrados para o perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada) são muito semelhantes a dos perfis desta unidade de solo, descritos pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28) no Estado de São Paulo. Contudo, em outras partes do País tem sido encontrados para a Terra Roxa Estruturada os mais diversos teores (COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA, 29; EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO, 38; DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA, 34).

Os teores de areia encontrados na Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) são baixos, apresentando no horizonte Ap um total de 7,9 % enquanto que nos demais horizontes variam de 5,2 a 4,2 %. Entre as frações areia fina e areia grossa não há predominância de nenhuma delas.

No perfil TC-03 (Latosol Vermelho Escuro) os resultados da análise granulométrica (Quadro 6) mostram que os teores de argila são elevados, aumentando em profundidade, sendo os valores extremos 61,2 % (Ap) e 72,5 % (B₂₂). A quantidade elevada de silte neste perfil, bem como a sua distribuição, diferem da maioria dos Latossóis Vermelho Escuro reconhecidos pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28, 29) que apresen

tam teores de silte baixos, normalmente aumentando em profundidade. Pode-se verificar ainda que os teores de areia no perfil TC-03 estão compreendidos entre 7,6 % e 6,0 % sendo, portanto, baixos e com pequenas variações em profundidade. Nota-se um ligeiro predomínio da fração areia grossa sobre a areia fina. Os teores de argila natural no perfil TC-03 são elevados até a profundidade de 82 cm, o que foge, até certo ponto, das características de Latossol (CAMARGO e BENNEMA, 21); entretanto, valores similares foram encontrados em Latossol Vermelho Escuro na Região de Brasília (**ESQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO**, 37).

Comparando-se os resultados das análises granulométricas dos três perfis da catena sobre calcário (Quadro 6), pode-se observar que o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) apresenta teores de silte mais elevados. Na Terra Roxa Estruturada e no Latossol Vermelho Escuro os teores de silte são semelhantes. Os maiores teores de argila são encontrados na Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) e no Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03), enquanto que a quantidade de areia total sofre um ligeiro aumento do Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) para o Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03). Os teores de areia fina são semelhantes nos solos componentes da catena de calcário, variando apenas os de areia grossa.

Os teores de argila natural no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) e na Terra Roxa Estruturada são inferior-

Quadro 6 - Características físicas dos perfis pertencentes a catena sobre calcário.

Horizontes	Profundidade cm	Composição granulométrica				Argila Natural %	Umidade %		Classe Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		1/2 atm	15 atm	
<u>Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01)</u>									
Ap	0- 12	3,4	4,3	58,6	33,8	16,2	34,5	20,3	(1 arg)
A ₂	12- 20	4,0	3,3	58,1	34,6	19,7	28,0	17,2	(1 arg)
IIB ₁	20- 40	2,5	2,3	47,9	47,3	26,2	25,5	17,7	(1 arg)
IIB ₂	40- 64	1,3	1,5	42,7	54,5	4,7	25,3	17,6	(arg)
IIC ₁	64-141	1,7	1,8	46,1	50,4	0,2	26,2	16,7	(arg)
IIC ₂	141-200	1,0	1,5	47,4	50,1	nihil	24,4	16,3	(arg)
<u>Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)</u>									
Ap	0- 6	4,1	3,8	36,4	55,5	16,5	31,3	22,7	(m arg)
IIB ₁	6- 24	2,5	1,7	25,8	70,0	30,5	30,0	23,2	(m arg)
IIB ₂	24- 47	2,6	1,7	23,2	72,5	20,2	30,8	23,6	(m arg)
IIB ₂₁	47-109	2,9	2,0	20,1	75,0	6,0	30,0	23,0	(m arg)
IIB ₂₂	109-190	3,1	2,1	20,3	74,5	2,5	28,6	22,2	(m arg)
IIB ₂₃	190-200	2,5	2,0	16,5	79,0	0,3	28,8	21,6	(m arg)
Trado 1	200-220	2,4	2,2	26,2	69,2	0,3	28,7	21,5	(m arg)
Trado 2	220-240	2,2	2,3	20,3	74,7	0,3	29,7	21,8	(m arg)
Trado 3	240-250+	2,1	2,6	19,1	76,5	0,3	29,6	21,8	(m arg)
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03)</u>									
Ap	0- 14	4,6	3,0	31,1	61,2	39,0	36,1	28,1	(m arg)
A ₂	14- 33	4,4	2,7	29,5	63,5	44,7	34,2	28,0	(m arg)
B ₁₁	33- 48	3,9	2,5	29,6	64,0	46,7	33,6	28,1	(m arg)
B ₁₂	48- 82	3,3	2,7	25,0	69,0	37,7	33,8	27,8	(m arg)
B ₂	82-142	4,3	2,3	27,4	66,0	3,0	33,7	28,0	(m arg)
B ₂₁	142-208+	4,2	2,4	20,9	72,5	0,0	33,6	27,6	(m arg)

(1 arg) = limo argiloso; (arg) = argiloso; (m arg) = muito argiloso

res aos apresentados pelo Latossol Vermelho Escuro, ao contrário do que era esperado, desde que os Latossóis são considerados como solos mais evoluídos. Entretanto, a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) constatou teores inferiores aos encontrados na Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) e no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) em estudo, assim como a DIVISÃO DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) verificou teores semelhantes de argila natural do Latossol Vermelho Escuro da Região de Brasília.

5.1.2. Catena sobre folhelho da Região de Barreiro

Os resultados da análise mecânica dos solos que compõem a catena desenvolvida sobre folhelho da Região do Barreiro, estão apresentadas no Quadro 7.

O perfil TF-01 (Litossol-fase substrato folhelho) apresenta teores de argila que decrescem do horizonte Ap(40,2 %) para o C₃ (22,0 %). A quantidade de silte neste perfil é elevada com teores extremos de 56,8 % (Ap) e 77,3 % (C₃). Os teores de silte encontrados neste perfil foram superiores aos encontrados pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) e por DEMATTÊ (31) em solos similares o que, provavelmente, se deve ao menor grau de meteorização do solo em estudo. A quantidade de areia encontrada no perfil TF-01 é baixo, em torno de 2,8 %, com predominância da fração areia fina sobre areia grossa.

O perfil TF-02 (Litossol-fase substrato folhelho) apresen-

ta teores de argila inferiores aos de silte, sendo os mesmos nos horizontes A, 35,5 % e no C, 21,0 % . A menor porcentagem de argila apresentada no horizonte C pode ser atribuída ao baixo grau de meteorização deste horizonte. Os teores de silte são elevados, correspondendo a 62 % no horizonte A e a 78,2 % no horizonte C. O elevado teor de silte neste solo deve-se provavelmente à herança do material de origem (folhelho), o qual apresenta elevado teor desta fração, conjugada ao pequeno grau de desenvolvimento dos solos. Teores similares de silte foram encontrados pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) e por FRANSMEYER (42) em solos provenientes de folhelho. A quantidade de areia no perfil TF-02 é baixo, apresentando no horizonte A um total de 2,5 % e no C, apenas 0,8 %.

No perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar), os teores de argila apresentam um ligeiro decréscimo em profundidade, cujos valores extremos são 37,5 % (A) e 31,5 % (IIC₃) (Quadro 7). A fração silte é predominante no perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar) apresentando valores entre 60,3 % (A) e 67,9 % (IIC₃). O elevado teor de silte neste grande grupo de solos, tem sido constatado por diversos autores, dentre eles BAUR e LYFORD (8) e a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37). Os teores de areia são baixos variando de 2,2 % (A) a 0,4 % (C₁).

O perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro) apresenta teores de argila elevados, havendo um ligeiro aumento do horizonte A₁ (59 %) para o A₃ (67,2 %), a partir do qual os teores são aproximadamente cons-

tantes. Distribuição semelhante desta fração foi também constatada pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) no Latossol Vermelho Escuro da Região de Brasília. Os teores de argila natural no perfil TF-04 são elevados nos horizontes A_1 , A_3 e B_1 a partir destes são ausentes ou muito baixos (inferiores a 3,2 %). Os teores de silte variam de 37,1 % a 15,8 % distribuindo-se irregularmente dentro do perfil, ora aumentando ora diminuindo. Neste solo a fração areia apresenta-se em quantidade baixa, cujos valores extremos são 3,8 % (B_{22}) e 4,7 % (trado 2) com excessão do horizonte B_1 onde ocorre um teor bastante elevado de areia (12,4 %).

Fazendo-se um paralelo entre os resultados da análise granulométrica dos solos que constituem a catena do Barreiro (Quadro 7), pode-se observar que os teores de argila são semelhantes no Litossol-fase substrato folhelho e no Solo Bruno Ácido (similar) e bem inferiores aos do Latossol Vermelho Escuro. Provavelmente o maior teor de argila no Latossol Vermelho Escuro se deve ao maior grau de evolução deste solo. Os teores de silte são mais elevados no Litossol-fase substrato folhelho e no Solo Bruno Ácido (similar). Quanto aos teores de areia encontrados nos solos da catena do Barreiro, observa-se que são semelhantes sendo, contudo, ligeiramente superiores no Latossol Vermelho Escuro.

Quadro 7 - Características físicas dos perfis pertencentes a catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

Horizontes	Profundidade cm	Composição granulométrica %				Argila Natural %	Umidade %		Classe Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		1/2 atm	15 atm	
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01)</u>									
A _p	0- 14	1,8	1,1	56,8	40,2	13,7	30,7	17,0	(L Arg)
C ₁	14- 21	2,1	0,7	61,6	36,5	14,2	30,8	12,6	(L Arg)
C ₂	21- 30	2,1	0,5	60,9	37,7	1,2	30,2	18,2	(L Arg)
C ₃	30- 60	2,4	0,3	77,3	22,0	3,2	30,8	16,4	(L B)
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02)</u>									
A	0- 9	1,3	1,2	62,0	35,5	16,7	35,2	19,2	(L)
C	9- 40	0,5	0,3	78,2	21,0	9,5	34,9	15,8	(L B)
<u>Solo Bruno ácido (sisilar) (perfil TF-03)</u>									
A	0- 11	1,2	1,0	60,3	37,5	17,2	33,8	19,0	(L Arg)
(B)	11- 27	0,6	0,4	67,6	37,2	15,2	32,6	20,2	(L Arg)
C ₁	27- 60	0,2	0,2	68,3	36,2	nihil	34,0	17,6	(L Arg)
IIC ₂	60-104	0,3	0,2	64,5	35,0	nihil	33,2	15,6	(L Arg)
IIC ₃	104-134	0,2	0,3	67,9	31,5	0,2	34,1	17,8	(L Arg)
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-04)</u>									
A ₁	0- 11	2,5	1,4	37,1	59,0	25,2	33,6	24,7	(Arg)
A ₃	11- 31	2,5	1,4	28,9	67,2	34,2	33,6	26,0	(M Arg)
B ₁	31- 60	11,0	1,4	15,8	69,7	34,2	34,9	27,0	(M Arg)
B ₂₁	60- 90	2,7	1,4	27,3	68,5	nihil	35,4	30,0	(M Arg)
B ₂₂	90-128	2,4	1,4	29,6	66,5	3,2	35,7	27,8	(M Arg)
B ₂₃	128-171	2,1	1,4	31,9	64,5	0,7	36,2	27,5	(M Arg)
B ₃	171-200	2,8	1,4	26,3	69,5	nihil	36,4	27,2	(M Arg)
Trado 1	200-250	2,9	1,4	29,6	66,0	nihil	35,5	27,1	(M Arg)
Trado 2	250-270	3,2	1,5	26,8	68,5	nihil	37,2	24,1	(M Arg)
Trado 3	270-300	2,8	1,2	25,6	70,2	nihil	36,4	28,2	(M Arg)

(L Arg) = limo argiloso; (L B) = limo barrento; (L) = limoso; (Arg) = argiloso; (M Arg) = muito argiloso.

5.1.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes

No Quadro 8 estão apresentados os resultados da análise mecânica dos solos que compõem a catena desenvolvida sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

Como se pode observar, o perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar) apresenta teores de argila variando de 31,5 % (A_1) a 45,5% (B_3), decrescendo a partir deste horizonte. A quantidade de argila natural é elevada nos horizontes A_1 e A_3 , sendo que nos horizontes inferiores é menor que 2 %, exceto no horizonte (B_2) (4 %). As percentagens de argila natural desta unidade de solo diferem das dos solos da Região de Furnas (COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA, 29), onde foi verificado que não existe argila natural no horizonte (B), sendo o mesmo fato constatado pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) no Solo Bruno Ácido (similar) de Brasília. Os teores de silte do perfil TF-05 são elevados, variando de 43,7 (B_3) a 63,7 % (IIC_3). Valores elevados de silte em Solos Bruno Ácidos têm sido constatados por diversos autores, dentre os quais a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29), a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) e BAUR e LYFORD (8). A fração areia total no perfil TF-05 decresce em profundidade, variando de 23,5 % (A_1) a 1,8 % (IIC_3). Pode-se observar que, a partir do horizonte (B_3), ocorre um decréscimo acentuado nos valores desta fração, passando de 10,8 % para 4,5 %. A fração areia fina sofre pouca variação dentro do perfil, enquanto que para a areia grossa os teores são superiores a 8,8 % até a

profundidade de 72 cm, abaixo da qual são inferiores a 2,9 %. A modificação brusca na distribuição da fração areia neste perfil, associada à existência de seixos não arestados na massa dos horizontes superiores a 72 cm, sugerem a existência de uma descontinuidade litológica no material original deste solo.

O perfil TF-06 (Solo Bruno Ácido, similar) apresenta teores de argila variando de 35 % (Ap) a 53,2 % (C₁₂). Observa-se que ocorre um aumento na quantidade de argila, à medida que se aprofunda no perfil. A quantidade de silte neste solo é elevada, apresentando valores extremos de 43 % (C₁₂) e 61 % (A₃), predominando sobre as demais frações, cujos teores decrescem em profundidade. Os teores de areia total neste perfil são baixos, sofrendo pouca variação em profundidade, variando de 6,8 % (Ap) a 3,3 % (C₁₃), não havendo grande diferença entre os teores de areia grossa e areia fina.

No perfil TF-07 (Latosol Vermelho Escuro) os 209 cm superiores apresentam teores de argila elevados (acima de 50 %), sofrendo pouca variação entre os horizontes, sendo os valores extremos 50,5 % (A₁) e 62 % (B₂₃). A partir de 209 cm de profundidade os teores aumentam bruscamente para cerca de 72,5 %. A argila natural, neste solo é elevada até a profundidade de 225 cm e, após esta profundidade, é inferior a 2,5 %. Os teores de silte variam de 42,9 % (A₁) a 15,7 % (trado 2), valores estes bastante elevados quando comparados com outros solos desta categoria conhecidos no Brasil (COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA, 29; EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO, 37). Os teores de areia no perfil

TF-07 variam de 5,5% (B_1 e B_{21}) a 12,6 % (trado 2). Observa-se ainda que as quantidades desta fração variam pouco entre os horizontes A_1 e B_{23} e a partir de 209 cm os teores são maiores que 10,8 %. A variação acentuada sugere uma provável origem diferente dos horizontes superiores a 209 cm.

Os teores de argila no perfil TF-08 (Latossol Vermelho Escuro) com excessão do horizonte A_1 (43,0 %), sofrem pouca variação até 200 cm de profundidade, apresentando teor médio de 64 % e, abaixo desta profundidade, os teores são superiores a 75 % (Quadro 8). Os teores de argila natural são elevados nos três primeiros horizontes e ausentes nos demais.

As quantidades de silte, exceto as do horizonte A_1 (45,1 %), no perfil TF-08 decrescem em profundidade, variando de 28,2 % (A_3) a 10,2 (trado 3), enquanto que os teores de areia são aproximadamente constantes dentro do perfil, ocorrendo um ligeiro predomínio da fração areia grossa sobre a areia fina.

A análise conjunta dos dados granulométricos dos perfis que constituem a catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes, permite observar que, com relação à fração areia, o perfil TF-05 apresenta, acima do horizonte IIC_1 , teores mais elevados; enquanto que, abaixo, são semelhantes aos apresentados pelo perfil TF-06. Tal fato parece sugerir que os dois perfis tenham o mesmo material de origem, contudo o perfil TF-05 teria recebido contribuição externa na parte superior (72 cm).

Quadro 8 - Características físicas dos perfis pertencentes a catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes

Horizontes	Profundidade em	Composição granulométrica %				Argila Natural %	Umidade %		Classe Textural
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		1/2 atm	15 atm	
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-05)</u>									
A ₁	0- 18	19,6	3,9	44,9	31,5	12,0	30,0	20,7	(B)
A ₃	18- 39	10,8	2,5	46,4	40,2	19,5	31,8	23,3	(Arg)
(B ₂)	39- 61	8,8	2,1	46,1	43,0	4,0	35,0	25,5	(Arg)
(B ₃)	61- 72	8,8	2,0	43,7	45,5	nihil	36,6	22,9	(Arg)
IIC ₁	72- 92	2,9	1,6	53,0	42,5	1,7	34,9	20,1	(L Arg)
IIC ₂	92-112	1,1	1,0	57,9	40,0	1,2	36,1	16,7	(L Arg)
IIC ₃	112-150	0,7	1,1	63,7	34,5	1,7	37,1	14,5	(L Arg)
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06)</u>									
Ap	0- 10	3,7	3,1	58,1	35,0	17,0	35,0	19,6	(L Arg)
A ₃	10- 22	2,1	2,6	61,0	34,2	16,7	32,0	20,5	(L Arg)
(B ₁)	22- 41	2,8	2,7	50,7	43,7	4,2	30,3	19,8	(L Arg)
(B ₂)	41- 71	2,1	2,2	50,2	45,5	nihil	30,3	20,5	(Arg)
(B ₃)	71- 98	2,3	2,1	46,8	48,7	nihil	29,8	21,3	(Arg)
C ₁₁	98-126	2,1	1,7	43,6	52,5	nihil	30,5	22,6	(Arg)
C ₁₂	126-156	1,9	1,8	43,0	53,2	nihil	30,6	23,5	(Arg)
C ₁₃	156-200+	1,4	1,9	46,9	49,5	nihil	31,5	24,7	(Arg)
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-07)</u>									
A ₁	0- 8	3,6	2,9	42,9	50,5	21,7	37,4	29,7	(Arg)
A ₃	8- 28	3,9	2,5	38,5	54,0	27,7	39,0	31,9	(Arg)
B ₁	28- 48	3,1	2,4	37,4	57,0	11,9	37,7	31,4	(Arg)
B ₂₁	48-120	3,0	2,5	32,2	62,2	11,9	36,8	30,4	(M Arg)
B ₂₂	120-185	3,6	2,4	32,9	61,0	11,3	36,5	29,5	(M Arg)
B ₂₃	185-209	3,5	2,3	31,7	62,0	13,7	34,7	28,7	(M Arg)
Trado 1	209-225	4,1	6,7	20,8	72,5	8,7	35,5	27,2	(M Arg)
Trado 2	225-250	4,9	7,7	15,7	76,5	2,5	35,0	26,8	(M Arg)
Trado 3	250-275	4,6	7,4	20,8	71,7	0,7	34,1	26,1	(M Arg)
Trado 4	275-300+	4,5	7,3	20,5	72,2	0,5	34,0	26,5	(M Arg)
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-08)</u>									
A ₁	0- 5	6,9	4,9	45,1	43,0	20,4	33,0	27,3	(Arg)
A ₃	5- 22	6,8	4,3	28,2	61,5	27,2	31,9	27,4	(M Arg)
B ₁	22- 46	6,3	4,4	26,1	63,0	15,0	31,1	27,9	(M Arg)
B ₂₁	46- 80	6,6	3,9	26,9	62,5	0,0	31,1	29,2	(M Arg)
B ₂₂	80-120	6,1	4,0	26,8	63,0	0,0	31,2	27,7	(M Arg)
B ₂₃	120-170	5,7	4,1	25,8	64,2	0,0	31,9	27,9	(M Arg)
B ₃	170-200	6,9	4,2	23,5	65,2	0,0	31,5	27,8	(M Arg)
Trado 1	200-220	7,4	4,4	12,8	75,2	0,0	29,7	24,4	(M Arg)
Trado 2	220-250	6,0	4,6	12,6	76,7	0,0	27,7	23,9	(M Arg)
Trado 3	250-300	7,6	4,7	10,2	77,5	0,0	27,6	23,4	(M Arg)

(B) = barrento; (Arg) = argiloso; (L Arg) = limo argiloso; (M Arg) = muito argiloso.

No Latossol Vermelho Escuro (perfis TF-07 e TF-08) os teores de silte e argila distribuem-se de forma semelhante. Quanto à fração areia, constata-se uma ligeira discordância, sendo os teores de areia total na parte inferior (abaixo de 209 cm) do perfil TF-07 semelhantes aos apresentados pelo perfil TF-08, enquanto que na parte superior (acima de 209 cm), é bem menor. Observa-se que no perfil TF-07 predomina a areia fina, enquanto que no perfil TF-08, a areia grossa.

5.2. Análise química dos solos

5.2.1. Catena sobre calcário

Os resultados da análise química dos solos que compõem a catena desenvolvida sobre calcário, estão apresentados nos Quadros 9 e 10.

O perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) apresenta o cálcio como o cátion dominante no complexo coloidal e seus teores decrescem em profundidade, variando de 20,0 m.eq/100 g de solo (Ap) a 5,5 m.eq/100 g de solo (IIC₁). Observa-se que os teores de cálcio nos horizontes Ap e A₃ são muito elevados em relação aos demais horizontes, o que pode ser atribuído ao depósito de cinzas e outros materiais liberados pelas chaminés de fornos de cal existentes na área. Os teores de magnésio no perfil TC-01 são inferiores a 2,0 m.eq/100 g de solo, sofrendo pouca variação em profundidade, exceto um decréscimo no horizonte IIB₂ (0,6 m.eq/100 g de solo) e um aumen

to no horizonte Ap (4,6 m.eq/100 g de solo). Assim como nos Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo descritos pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29), pode-se observar no perfil TC-01 que os teores de cálcio predominam sobre os de magnésio. Tal fato pode ser atribuído ao baixo teor de magnésio existente no calcário da Região de Sete Lagoas. A predominância do cálcio sobre o magnésio foi também constatada por MORGAN e OBENS HAIN (64) que, estudando a gênese de solos provenientes de calcário ~~as~~ ~~atribuíram~~ a predominância de cálcio ~~ao~~ material de origem, que era calcário calcítico.

No perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical), o teor de alumínio é ausente e a acidez titulável é inferior a 1,9 m.eq/100 g de solo. Assim como nos demais Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo conhecidos no Brasil (COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA, 27, 28, 29 ; AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, 1), os valores do pH são elevados. Pode-se notar que os valores de pH em água variam de 7,6 (Ap) a 6,7 (IIC₁) e, em cloreto de potássio, de 6,6 (Ap) a 5,1 (IIB₃), demonstrando, assim, predominância de cargas negativas no solo. Os valores de potássio no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) são baixos, cujos extremos são 0,30 m.eq/100 g de solo (Ap) e 0,07 m.eq/100 g de solo (IIC₁).

Os valores da capacidade de troca de cátions no perfil TC-01 variam de 26,9 m.eq/100 g de solo (Ap) a 7,0 m.eq/100 g de solo (IIC₁). Como se pode observar (Quadro 9), os valores da capacidade de troca de cátions sofrem grande variação dentro do perfil; entretanto, CARDOSO

(22) constatou que os valores deste índice, neste grande grupo de solos, tanto podem ser inferiores a 5 m.eq/100 g de solo, como superiores a 25 m.eq/100 g de solo. Os índices de saturação de bases são superiores a 88,0 % e similares aos dos Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo descritos pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29). Os teores de carbono no perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical) nos horizontes Ap e A₃ são, respectivamente 2,0 % e 1,1% e, abaixo destes horizontes os teores são inferiores a 0,4 %.

Os resultados analíticos obtidos através do ataque sulfúrico (Quadro 10), mostram que os teores de sílica, alumina e óxidos de ferro, titânio e fósforo variam pouco dentro do perfil TC-01. A sílica apresenta valores extremos de 10,30 % (A₃) e 15,08 % (IIB₂). A alumina sofre um ligeiro aumento em profundidade, variando de 15,30 % (Ap) a 21,17 % (IIB₃). Os teores de óxido de ferro estão entre 6,0 % e 8,08 % enquanto que os de óxido de titânio são inferiores a 0,22 % e os de fósforo, inferiores a 0,32 %. A relação sílica/alumina (Ki) é inferior a 1,36, apresentando valores extremos de 1,36 (IIB₂) e 0,98 (IIC₁).

No perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada) o cálcio apresenta, no horizonte Ap, o valor de 16,6 m.eq/100 g de solo; abaixo deste horizonte, os teores de cálcio variam de 7,3 m.eq/100 g de solo a 9,7 m.eq/100 g de solo (Quadro 9). O elevado teor encontrado no horizonte Ap pode ser atribuído ao depósito de material expelido pelas chaminés de fornos de

cal que existem na área. Assim como os teores de cálcio, os de magnésio são mais elevados nos primeiros horizontes; apresenta valores extremos de 5,2 m.eq/100 g de solo (Ap) e 0,1 m.eq/100 g de solo (trado 3). Os teores de potássio no perfil TC-02 são inferiores a 0,17 m.eq/100 g de solo e os de carbono menores que 0,4 %, exceto no horizonte Ap, cujo teor é de 1,9 %.

Os valores da acidez titulável no perfil TC-02 são próximos de 1,5 m.eq/100 g de solo, enquanto que os de alumínio são ausentes. O pH em água deste solo está em torno de 6,0 e, em cloreto de potássio, ao redor de 5,0, o que evidencia a predominância de cargas negativas. Os valores da capacidade de troca de cátions dentro do perfil da Terra Roxa Estruturada são aproximadamente constantes (entre 9,3 e 13,8 m.eq / 100 g de solo), exceto no horizonte Ap, onde apresenta 24,3 m.eq/100 g de solo. Os índices de saturação de bases apresentam valores extremos de 83,6 % (IIB₂₂) e 95,1 % (Ap).

Os resultados obtidos através do ataque sulfúrico indicam (Quadro 10) que os teores de sílica no perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada) não variam muito em profundidade, estando os mesmos entre 32,06 % (IIB₂₁) e 28,34 % (trado 2), sofrendo um ligeiro decréscimo no horizonte Ap (18,94 %). O mesmo sucede com os teores de alumina encontrados neste solo, cujos valores variam de 24,10% (trado 3) a 28,30% (IIB₂₁), sendo 17,34 % no horizonte Ap. A relação sílica/alumina está entre 2,10 (trado 3) e 1,84% (IIB₁), sendo praticamente constante dentro do perfil. Os

teores de óxido de ferro variam entre 6,49 % (Ap) de 9,78 % (trado 1), sendo também, semelhantes ao longo do perfil. Os óxidos de titânio e fósforo são muito baixos, ou seja, inferiores a 0,31 % e 0,27 %, respectivamente.

O perfil TC-03 (Latosol Vermelho Escuro) apresenta no complexo coloidal maiores valores para a acidez titulável (Quadro 9), os quais decrescem do horizonte A_p (9,8 m.eq/100 g de solo) para o B_{22} (4,4 m.eq/100 g de solo). Em segundo lugar encontra-se o alumínio, cujos teores são em torno de 2,0 m.eq/100 g de solo. Os demais cátions constituintes do complexo apresentam-se com teores muito baixos. O cálcio apresenta-se com teores inferiores a 0,6 m.eq/100 g de solo exceto no horizonte A_p , cujo teor é de 2,1 m.eq/100 g de solo. Os teores de magnésio são inferiores a 0,4 m.eq/100 g de solo (A_3) e os de potássio, menores que 0,05 m.eq/100 g de solo. Os valores de pH em água no Latosol Vermelho Escuro são em torno de 5,0 e, em cloreto de potássio, próximos a 4,0. Os teores de carbono decrescem em profundidade, sendo os valores extremos 1,5 % (A_p) e 0,3 % (B_{21}).

A capacidade de troca de cátions no perfil TC-03 é inferior a 12,2 m.eq/100 g de solo, decrescendo em profundidade; o índice de saturação de bases varia de 18,4 % (A_p) a 5,3 % (B_{22}).

Através dos resultados obtidos com ataque sulfúrico (Quadro 10), pode-se verificar que os teores de sílica no perfil TC-03 são aproximadamente constantes nos horizontes, variando de 21,80 % (A_p) a

24,10 % (B_{22}). De maneira análoga, os teores de alumina são praticamente constantes, variando de 27,54 % (Ap) a 29,45 % (B_{22}). A relação sílica/alumina apresenta valores entre 1,28 (B_{12}) e 1,49 (B_{22}). Os teores de óxido de ferro sofrem ligeiras variações dentro do perfil, com valores extremos de 13,77 % (B_{22}) e 8,98 % (B_{11}). Os teores de óxidos de titânio e fósforo são muito baixos, apresentando valores inferiores a 0,39 % e 0,25 %, respectivamente.

Comparando-se os perfis de solo da catena sobre calcário, com relação as características químicas (Quadro 9), pode-se constatar que os teores de potássio e magnésio são muito baixos. Os valores da acidez titulável no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) e na Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) são aproximadamente iguais, aumentando consideravelmente no Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03). O alumínio só aparece no Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03), com teores da ordem de 2 m.eq/100 g de solo. Os valores de cálcio são elevados no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) e na Terra Roxa Estruturada (perfil TC-03). Os valores de pH apresentam uma tendência a decrescer do Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) para o Latossol Vermelho Escuro. A matéria orgânica apresenta teores similares nos perfis TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical) e TC-02 (Terra Roxa Estruturada) e no perfil TC-03 ocorre um ligeiro aumento.

No Quadro 10, pode-se observar ainda que os teores de óxido

Quadro 9 - Características químicas dos perfis pertencentes a catena sobre calcário.

Horizontes	Profundidade cm	Complexo sorptivo m eq/100 g de solo						V %	pH		C %
		H	Al	Ca	Mg	K	CTC		H ₂ O	KCl	
<u>Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01)</u>											
Ap	0- 12	1,9	nihil	20,0	4,6	0,30	26,9	93,5	7,6	6,6	2,0
A ₃	12- 20	1,9	nihil	11,7	2,0	0,12	15,9	88,0	7,1	5,7	1,1
IIB ₂	20- 40	1,3	nihil	8,7	1,5	0,08	11,6	92,4	6,6	5,5	0,4
IIB ₃	40- 64	0,5	nihil	6,4	0,6	0,07	7,6	93,0	5,6	5,1	0,2
IIC ₁	64-141	0,4	nihil	5,5	1,0	0,07	7,0	93,9	6,7	5,3	0,2
<u>Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)</u>											
Ap	0- 6	1,6	nihil	16,6	5,2	0,17	24,3	95,1	5,7	5,7	1,9
IIB ₁	6- 24	1,6	nihil	8,8	3,2	0,05	13,8	88,4	5,0	5,0	0,4
IIB ₂₁	24- 47	1,5	nihil	8,6	1,3	0,03	11,4	86,3	5,0	4,9	0,3
IIB ₂₂	47-109	1,6	nihil	7,3	0,8	0,13	9,8	83,6	5,0	5,0	0,2
IIB ₂₃	109-190	1,5	nihil	7,5	0,3	0,03	9,3	84,2	6,1	5,0	0,2
IIB ₃	190-200	1,5	nihil	9,3	0,4	0,03	11,4	86,7	6,5	5,0	0,1
Trado 1	200-220	1,5	nihil	7,6	0,8	0,02	9,9	84,8	6,3	5,2	0,1
Trado 2	220-240	1,4	nihil	8,3	0,6	0,10	10,9	87,1	5,3	5,1	0,1
Trado 3	240-250	1,4	nihil	9,7	0,1	0,05	11,5	87,8	6,2	5,1	0,1
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03)</u>											
Ap	0- 14	9,8	2,0	2,1	0,1	0,05	12,2	18,4	5,0	4,0	1,5
A ₃	14- 33	7,5	1,9	0,6	0,4	0,02	8,5	12,0	4,7	4,8	0,9
B ₁₁	33- 48	6,0	2,2	0,6	0,1	0,02	6,8	10,6	5,9	3,9	0,7
B ₁₂	48- 82	5,7	2,0	0,4	0,2	0,02	6,3	9,7	5,0	3,8	0,7
B ₂₁	82-142	4,5	1,9	0,3	0,1	0,02	4,9	8,6	5,3	3,9	0,3
B ₂₂	142-208	4,4	2,0	0,2	Traço	0,05	4,7	5,3	5,3	3,9	0,4

Quadro 10 - Resultado do ataque sulfúrico dos solos da **catena sobre calcário**.

Horizontes	Profundidade cm	Ataque sulfúrico %					Ki
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	
<u>Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical)</u>							
(perfil TC-01)							
Ap	0- 12	10,96	15,30	6,00	0,13	0,32	1,22
A ₃	12- 20	10,30	15,30	6,69	0,17	0,28	1,14
IIB ₂	20- 40	15,08	18,84	8,08	0,19	0,23	1,36
IIB ₃	40- 64	12,66	21,17	7,78	0,22	0,17	1,02
IIC ₁	64-141	11,70	20,27	7,58	0,21	0,15	0,98
<u>Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)</u>							
Ap	0- 6	18,94	17,34	6,49	0,25	0,27	1,86
IIB ₁	6- 24	28,88	26,64	8,48	0,26	0,21	1,84
IIB ₂₁	24- 47	32,06	28,30	8,58	0,28	0,21	1,93
IIB ₂₂	47-109	30,24	27,79	8,28	0,29	0,17	1,85
IIB ₂₃	109-190	31,24	27,16	8,68	0,31	0,12	1,95
IIB ₃	190-200	28,30	25,88	9,88	0,30	0,13	1,86
Trado 1	200-220	28,76	25,12	9,78	0,28	0,22	1,95
Trado 2	220-240	28,34	24,22	7,78	0,29	0,17	1,99
Trado 3	240-250	25,84	24,10	8,98	0,29	0,16	2,10
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03)</u>							
Ap	0- 14	21,80	27,54	9,88	0,34	0,25	1,35
A ₃	14- 33	23,20	28,82	9,38	0,39	0,20	1,37
B ₁₁	33- 48	23,20	28,94	8,98	0,38	0,17	1,36
B ₁₂	48- 82	22,40	28,84	11,48	0,33	0,18	1,28
B ₂₁	82-141	22,40	28,82	9,58	0,29	0,14	1,32
B ₂₂	141-208	24,10	29,45	13,77	0,31	0,14	1,49

de ferro, titânio e fósforo são praticamente iguais nos solos da catena sobre calcário, enquanto que os teores de alumina apresentam uma ligeira tendência a crescer do Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) para o Latossol Vermelho Escuro. Entretanto os valores de sílica são menores no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) e maiores na Terra Roxa Estruturada, ficando o Latossol Vermelho Escuro numa posição intermediária. Os valores do K_i são maiores na Terra Roxa Estruturada, sendo semelhantes nos demais solos da catena sobre calcário.

5.2.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro

Nos Quadros 11 e 12 estão apresentados os resultados da análise química dos solos que compõem a catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

No perfil TF-01 (Litossol-fase substrato folhelho) os teores de hidrogênio (acidez titulável) apresentam pouca variação dentro do perfil, com valores extremos de 4,5 m.eq/100 g de solo (A_p) e 3,9 m.eq/100 g de solo (C_2). Assim como o hidrogênio, a quantidade de alumínio não varia muito, apenas apresentando um ligeiro decréscimo no horizonte A_p , o que provavelmente se deve a maior concentração de cálcio neste horizonte. Os valores de pH no perfil TF-01 são em torno de 5,0 quando medidos em água e entre 3,6 (A_p) e 4,0 (C_2) quando medidos em solução de cloreto de potássio.

Os teores de cálcio no perfil TF-01, com exceção do horizonte Ap (2,5 m.eq/100 g de solo), são inferiores a 0,8 m.eq/100 g de solo (Quadro 11); os de magnésio são muito baixos (inferiores a 0,7 m.eq/100 g de solo), assim como os de potássio (inferiores a 0,4 m.eq/100 g de solo). A capacidade de troca deste perfil varia de 8,0 m.eq/100 g de solo (Ap) a 5,5 m.eq/100 g de solo (C₂), enquanto que os índices de saturação de bases apresentam valores extremos de 43,6 % (Ap) e 18,2 % (C₃). Os teores de carbono no perfil TF-01 decrescem em profundidade, variando de 0,94 % (Ap) a 0,32 % (C₃).

Os resultados analíticos do perfil TF-01, obtidos a partir do ataque sulfúrico (Quadro 12), mostram que os teores de sílica variam de 26,3 % (C₃) a 20,6 % (C₂) e os de alumina sofrem um ligeiro aumento em profundidade, variando de 14,5 % (Ap) a 16,8 % (C₃). Os valores da relação entre a sílica e a alumina (Ki) estão em torno de 2,5. Os teores de óxido de ferro variam dentro do perfil, oscilando entre 6,9% (C₁) e 9,3 % (Ap), enquanto que os valores de óxido de titânio são inferiores a 0,29 % e os de fósforo, inferiores a 0,04 %.

No perfil TF-02 (Litossol-fase substrato folhelho) os teores de hidrogênio (acidez titulável) são 6,8 m.eq/100 g de solo no horizonte A e 5,8 m.eq/100 g de solo no horizonte C (Quadro 11). O maior teor encontrado no horizonte A se deve, provavelmente, à maior concentração de matéria orgânica na superfície do solo, o que pode ser constatado pelo teor mais elevado de carbono no horizonte A (1,40 %) que no hori-

zonte C (0,38 %). Pode-se verificar que no perfil TF-02, os teores de alumínio encontrados são de 1,7 m.eq/100 g de solo (A) e 2,6 m.eq/100 g de solo (C); os de cálcio são inferiores a 1,2 m.eq/100 g de solo e os de magnésio e potássio são praticamente ausentes. Os valores do pH em água são em torno de 5,0 e em cloreto de potássio apresenta um valor médio de 3,5.

O perfil TF-02 (Quadro 12) apresenta 19,2 % de sílica no horizonte A e 21,4 % no horizonte C; os teores de alumina são 19,3 % (A) e 14,1 % (C). A relação sílica/alumina no horizonte A (1,6) é menor que no horizonte C (2,3), o que indica maior grau de intemperismo no horizonte A (MONIZ, 63). Observa-se ainda que os teores de óxido de ferro, titânio e fósforo são semelhantes, apresentando valores de 9,38 %, 0,17 % e 0,05 %, respectivamente.

Pode-se observar nos Quadros 11 e 12, que os Litossóis-fase substrato folhelho (perfis TF-01 e TF-02), apresentam características químicas muito semelhantes, com algumas variações no índice de saturação de bases, que é mais elevado no perfil TF-01.

No perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar) o hidrogênio é elevado (Quadro 11), com valores entre 6,9 m.eq/100 g de solo (IIC_2) a 6,4 m.eq/100 g de solo (B), apresentando um ligeiro decréscimo no horizonte C_1 (4,8 m.eq/100 g de solo). A quantidade de alumínio nos horizontes superiores ao horizonte IIC_2 são em torno de 1,9 m.eq/100 g de solo e, abaixo deste, são ao redor de 3,0 m.eq/100 g de solo. Os

valores do pH neste solo, quando medidos em água variam de 4,7 (B) a 5,5 (IIC₂) e quando medidos em cloreto de potássio são de 3,4 nos horizontes IIC₂ e IIC₃ e 3,5 nos demais horizontes.

Os teores de cálcio no perfil TF-03 são baixos e variam dentro do perfil com valores extremos entre 1,2 m.eq/100 g de solo (IIC₂) e 0,3 m.eq/100 g de solo (B). O magnésio está praticamente ausente e os teores de potássio são inferiores a 0,11 m.eq/100 g de solo. A capacidade de troca de cátions do perfil TF-03 é inferior a 8,2 m.eq / 100 g de solo, enquanto que o índice de saturação de bases sofre variação dentro do perfil, ora aumentando ora diminuindo, cujos valores extremos são 17,9 % (A) e 6,1 % (B). Os teores de carbono decrescem em profundidade, os quais variam de 1,10 % (A) a 0,09 (IIC₂).

As percentagens de sílica no Solo Bruno Ácido (similar) são em torno de 23 %, com um ligeiro decréscimo no horizonte A (19,9 %). Os valores de alumina obtidos são praticamente constantes (entre 15,1 % e 16,3 %), exceto no horizonte A, onde o teor encontrado foi de 13,2 %. Os valores da relação sílica/alumina (Ki) não variam muito dentro do perfil, sendo em torno de 2,5. Os teores de óxido de ferro neste perfil estão entre 7,2 % (IIC₂) e 8,10 % (A). Os valores de óxidos de titânio e fósforo são baixos, apresentando-se inferiores a 0,25 % e 0,06 %, respectivamente.

Assim como os Latossóis Vermelho Escuro descritos pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29), o perfil TF-04 (Latossol Vermelho Escuro

ro) apresenta elevados teores de hidrogênio (Quadro 11), os quais são praticamente constantes até a profundidade de 90 cm (em torno de 8,5 m.eq/100 g de solo). A partir desta profundidade os valores sofrem um ligeiro decréscimo, chegando a 4,8 m.eq/100 g de solo (B_3). Os teores de alumínio são em torno de 2,2 m.eq/100 g de solo até a profundidade de 200 cm, a partir da qual sofrem uma ligeira diminuição (em torno de 1,3 m. eq/100 g de solo). Os teores de cálcio são baixos e variam de 1,4 m.eq/100 g (A_1 e A_3) a 0,2 m.eq/100 g de solo (trado 3). O magnésio apresenta apenas traços, enquanto que os teores de potássio são inferiores a 0,3 m.eq/100 g de solo.

A capacidade de troca de cátions do perfil TF-04 decresce em profundidade, variando de 10,9 m.eq/100 g de solo (A_1) para 5,2 m.eq/100 g de solo (B_3). Os valores dos índices de saturação de bases deste grande grupo de solo sofrem um decréscimo em profundidade, cujos extremos são 17,7 % (A_1) e 5,3 % (B_{22}). Os valores de pH neste perfil são, quando medidos em água, entre 4,4 (A_1) e 4,8 (B_1) nos horizontes superiores a 128 cm e, abaixo, variam de 5,2 (B_{23}) a 5,9 (trado 3); quando o pH foi medido em cloreto de potássio, seus teores foram em torno de 3,7. As quantidades de carbono encontradas nos três horizontes superiores estão compreendidas entre 1,03 % (B_1) a 1,84 % (A_1), enquanto que nos demais horizontes são inferiores a 0,76 %.

Pode-se constatar (Quadro 12) que os teores de sílica no perfil TF-04 crescem em profundidade, com valores extremos entre 10,9 % (A_1) e 31,2 % (trado 2). Os teores de alumina são semelhantes den --

tro do perfil, ou seja, em torno de 24 %. A relação sílica/alumina nos horizontes acima de 90 cm são inferiores a 0,9 e, abaixo desta profundidade, são em torno de 1,9. Os menores valores apresentados nos três primeiros horizontes, podem ser atribuídos ao maior grau de meteorização dos mesmos (MONIZ, 63). Os teores de óxido de ferro são similares dentro do perfil (em torno de 10 %); os de titânio e fósforo são inferiores a 0,36 % e 0,10 %, respectivamente.

Examinando-se de maneira global os resultados das análises químicas dos solos da catena sobre folhelho da Região do Barreiro, pode-se constatar que os teores de hidrogênio apresentam uma tendência a aumentar do Litossol-fase substrato folhelho (TF-01 e TF-02) para o Latossol Vermelho Escuro (TF-04), enquanto que o alumínio é aproximadamente constante nos solos que compõem esta catena. Assim como os teores de alumínio, os de cálcio, magnésio e potássio são semelhantes nos solos, o mesmo acontecendo com a capacidade de troca de cátions e os valores de pH. Os índices de saturação de bases, com exceção do perfil TF-01 onde são mais elevados, são também semelhantes para solos desta catena. Quanto aos teores de sílica, os encontrados nos perfis são semelhantes, enquanto que os de alumina são similares entre os Litossóis-fase substrato folhelho (TF-01 e TF-02) e o Solo Bruno Ácido (similar) (TF-03) e apresentam-se mais elevados no Latossol Vermelho Escuro (TF-04). O mesmo sucede com o óxido de ferro, o qual apresenta uma tendência a ser mais elevado no Latossol Vermelho Escuro (TF-04). Os valores dos índices Ki são semelhantes nos Litossóis-fase substrato folhelho e

Quadro 11 - Características químicas dos perfis pertencentes a catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

Horizontes	Profundidade cm	Complexo sorptivo m eq/100 g de solo						v %	pH		c %
		H	Al	Ca	Mg	K	CTC		H ₂ O	KCl	
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01)</u>											
Ap	0- 14	4,5	0,7	2,5	0,2	0,4	8,0	43,6	5,4	3,6	0,94
C ₁	14- 21	4,3	1,2	0,6	0,7	0,2	5,9	28,1	5,0	3,7	0,74
C ₂	21- 30	3,9	1,3	0,5	0,6	0,1	5,5	29,6	5,1	4,0	0,56
C ₃	30- 60	4,5	1,7	0,8	Traços	0,0	5,6	18,2	4,6	3,9	0,32
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02)</u>											
A	0- 9	6,8	1,7	1,2	Traços	0,16	8,2	17,6	4,8	3,3	1,40
C	9- 40	5,8	2,6	0,5	Traços	Traços	6,6	13,2	5,0	3,8	0,38
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-03)</u>											
A	0- 11	6,7	1,7	1,1	0,2	0,11	8,2	17,9	4,9	3,5	1,10
(B)	11- 27	6,4	1,9	0,3	Traços	0,05	6,8	6,1	4,7	3,5	0,69
C ₁	27- 60	4,8	1,9	0,3	Traços	0,04	5,1	7,3	5,3	3,5	0,15
HC ₂	60-104	6,9	3,0	1,2	Traços	0,05	8,2	15,2	5,5	3,4	0,09
HC ₃	104-134	6,8	3,1	0,5	Traços	0,04	7,4	8,9	4,9	3,4	0,15
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-04)</u>											
A ₁	0- 11	8,5	2,4	1,4	Traços	0,3	10,9	17,7	4,4	3,3	1,84
A ₃	11- 31	7,9	2,3	1,4	Traços	0,1	9,6	17,2	4,8	3,6	1,19
B ₁	31- 60	8,7	2,4	1,3	Traços	0,1	10,2	15,0	4,8	3,3	1,03
B ₂₁	60- 90	8,9	2,2	0,8	Traços	0,0	9,8	9,2	4,7	3,6	0,76
B ₂₂	90-128	7,0	2,1	0,3	Traços	0,0	7,3	5,3	4,6	3,7	0,70
B ₂₃	128-171	5,8	2,1	0,4	Traços	0,2	6,5	6,6	5,2	3,7	0,38
B ₃	171-200	4,8	1,9	0,2	Traços	0,1	5,2	7,3	5,7	3,7	0,27
Trado 1	200-250	5,3	1,2	0,3	Traços	0,0	5,6	6,6	5,9	4,0	0,24
Trado 2	250-270	5,3	1,3	0,3	Traços	0,0	5,6	7,3	5,2	3,7	0,21
Trado 3	270-300	5,5	1,5	0,2	Traços	0,2	5,9	9,6	5,9	3,2	0,18

Quadro 12 - Resultados do ataque sulfúrico dos solos da catena sobre folhelho da região do Barreiro

Horizontes	Profundidade cm	Ataque sulfúrico %					Ki
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01)</u>							
AP	0- 14	25,0	14,5	9,30	0,22	0,03	2,9
C ₁	14- 21	20,8	14,4	6,90	0,27	0,03	2,4
C ₂	21- 30	20,6	16,7	7,10	0,29	0,04	2,1
C ₃	30- 60	26,3	16,8	8,50	0,29	0,04	2,6
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02)</u>							
A	0- 9	19,2	19,3	9,38	0,17	0,05	1,6
C	9- 40	21,4	14,1	9,38	0,15	0,05	2,3
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-03)</u>							
A	0- 11	19,9	13,2	8,10	0,18	0,06	2,5
(B)	11- 27	22,0	15,3	11,60	0,20	0,04	2,4
C ₁	27- 60	24,3	16,3	7,70	0,25	0,05	2,5
IIC ₂	60-104	24,6	15,9	7,20	0,23	0,05	2,6
IIC ₃	104-134	23,4	15,1	7,70	0,20	0,04	2,6
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-04)</u>							
A ₁	0- 11	10,9	22,4	8,70	0,23	0,07	0,8
A ₃	11- 31	12,9	23,2	10,70	0,25	0,06	0,9
B ₁	31- 60	13,5	24,4	11,80	0,28	0,06	0,9
B ₂₁	60- 90	11,2	24,7	10,60	0,29	0,06	0,7
B ₂₂	90-128	26,8	24,1	9,70	0,26	0,10	1,8
B ₂₃	128-171	27,7	24,6	10,40	0,29	0,09	1,9
B ₃	171-200	27,2	24,8	13,20	0,33	0,07	1,8
Trado 1	200-250	27,1	25,5	10,40	0,33	0,07	1,8
Trado 2	250-270	31,2	25,6	9,40	0,36	0,03	2,0
Trado 3	270-300	27,9	26,0	9,30	0,33	0,02	1,8

e Solo Bruno Ácido (similar); os menores valores são encontrados no Latossol Vermelho Escuro, o que sugere um maior grau de intemperismo deste solo (MONIZ, 63).

5.2.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes

Nos Quadros 13 e 14 estão apresentados os resultados da análise química dos solos que compõem a catena desenvolvida sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

No perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar) pode-se verificar que a acidez titulável (H) tende a decrescer em profundidade, cujos valores variam de 6,0 m.eq/100 g de solo (A_3) a 3,1 m.eq/100 g de solo (IIC_1). As quantidades mais elevadas deste elemento nos dois primeiros horizontes, provavelmente, se deve à maior percentagem de matéria orgânica nos mesmos. O teor de alumínio neste solo está entre 1,2 (B_2) e 1,7 (IIC_3) m.eq/100 g de solo sendo praticamente ausente no horizonte A_1 (0,1 m.eq/100 g de solo), o que se pode atribuir ao teor de cálcio relativamente elevado neste horizonte (4,5 m.eq/100 g de solo). Nos demais horizontes, o cálcio apresenta valores entre 0,6 (IIC_3) e 1,8 (B_2) m.eq/100 g de solo. No perfil TF-05 encontra-se apenas traços de magnésio e potássio, o que se deve ao baixo conteúdo destes elementos no material original que tem grande contribuição de folhelho o qual, segundo COSTA (30), é muito pobre des-

tes elementos.

A capacidade de troca de cátions do perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar) com excessão do horizonte A_1 (12,3 m.eq/100 g de solo), varia de 4,0 a 8,4 m.eq/100 g de solo. Estes valores são semelhantes aos encontrados nos Solos Bruno Ácidos (similar) da Região de Brasília (EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO, 37). Os índices de saturação de bases destes solos são relativamente elevados com relação aos solos similares descritos pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37). Os valores apresentados, com excessão do horizonte A_1 (54,9 %), variam de 18,0 % (IIC_3) a 34,3 % (B_2). Os teores de carbono são relativamente elevados nos dois horizontes superiores, onde se encontram os valores 1,7 % (A_1) e 1,1 % (A_3). A partir destes horizontes, os teores decrescem em profundidade, variando de 0,6 % a 0,06 %. Os valores de pH em água são em torno de 5,6, exceto no horizonte A_1 (6,2), e os medidos em cloreto de potássio apresentam valores oscilando entre 3,6 e 4,6, mostrando a predominância de cargas negativas nos colóides do solo.

No perfil TF-05 os teores de sílica crescem em profundidade, variando de 16,5 % (A_1) e 30,3 % (IIC_3), o mesmo ocorrendo com a quantidade de alumina, cujos valores extremos são 14,3 % (A_1) e 23,0 % (IIC_1). Os valores da relação molecular sílica/alumina (Ki) não variam entre os horizontes A_1 e (B_3)(1,9) e, a partir do horizonte (R_3), sofrem um pequeno acréscimo, variando de 2,1 (IIC_1) e 2,4 (IIC_3).

O perfil TF-06 (Solo Bruno Ácido, similar) apresenta resultados da análise química semelhantes aos do perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar). A quantidade de hidrogênio no primeiro horizonte é mais elevada (6,6 m.eq/100 g de solo) que nos demais horizontes, onde o teor apresentado varia de 2,6 m.eq/100 g de solo (B_2) a 4,6 m.eq/100 g de solo (A_3). A quantidade de alumínio neste perfil é inferior a 1,3 m.eq/100 g de solo, sendo que o menor valor encontrado foi 0,6 m.eq/100 g de solo (B_3). Os teores de cálcio são baixos, com valores extremos de 1,1 m.eq/100 g de solo (Ap) e 0,3 m.eq/100 g de solo (C_{13}); quanto ao magnésio e potássio, foram encontrados apenas traços. Os valores da capacidade de troca de cátions do perfil TF-06 variam de 8,2 (Ap) a 3,3 (B_3) m.eq/100 g de solo, sendo o maior valor encontrado no horizonte superficial, o que pode ser atribuído ao teor de matéria orgânica mais elevado nesse horizonte. Assim como a capacidade de troca de cátions, a saturação de bases também é baixa. O valor máximo encontrado foi de 19,8 % (Ap) e o mínimo de 12,5 % (C_{13}). As percentagens de carbono orgânico decrescem em profundidade no solo, cujos extremos são 1,1 % (Ap) e 0,1 % (C_{13}). No perfil TF-06 o pH medido em água possui uma tendência a aumentar em profundidade, apresentando no horizonte superficial um valor de 4,6 (Ap), enquanto que no horizonte (C_{13}) é 5,8; quando medido em cloreto de potássio, seus valores não se alteram muito dentro do perfil, apresentando um valor mínimo de 3,8 e um máximo de 4,2.

Os teores de sílica no perfil TF-06 apresentam uma ligeira

tendência a decrescerem em profundidade, cujos valores extremos são 27,4 % (Ap) e 20,2 % (C₁₃). Os valores da alumina, neste solo não sofrem muita variação dentro do perfil, sendo o maior valor apresentado 18,9 % (C₁₂) e o menor, 14,3 % (B₂). Os valores do índice Ki (sílica/alumina) encontram-se entre 2,9 (Ap) e 1,8 (C₁₃). Os teores de óxido de titânio (inferiores a 0,29 %) e de fósforo (inferior a 0,04 %) são baixos, enquanto que os de ferro variam de 9,2 % (B₂) a 7,0 % (Ap).

No perfil TF-07 (Latossol Vermelho Escuro) predominam os teores da acidez titulável (H) no complexo. Seus valores sofrem um decréscimo em profundidade, variando de 13,4 m.eq/100 g de solo (A₁) a 9,2 m.eq/100 g de solo (B₂₁). Assim como os valores da acidez titulável, os de alumínio distribuem-se de maneira semelhante, com valores extremos de 1,8 m.eq/100 g de solo (Ap) e 1,2 m.eq/100 g de solo (B₂₃). A quantidade de cálcio neste solo é muito baixa, apresentando 2,2 m.eq/100 g de solo no horizonte Ap, 0,8 m.eq/100 g de solo no A₃ e 0,2 m.eq/100 g de solo nos demais horizontes. Neste perfil são encontrados apenas traços de magnésio e de potássio. No perfil TF-07 a capacidade de troca de cátions decresce em profundidade, sendo os valores extremos 16,3 m.eq/100 g de solo (A₁) e 9,5 m.eq/100 g de solo (B₂₃). Os índices de saturação de bases são baixos, variando de 17,3 % (A₁) a 2,2 % (B₂₃). Os valores de pH em água variam de 5,4 (B₂₃) a 4,5 (A₃, B₁), enquanto que os obtidos em cloreto de potássio vão de 3,8 a 4,0. A quantidade de carbono orgânico neste solo decresce em profundidade, sendo encontrados valores entre 2,0 (A₁) e 0,5 % (B₂₃).

Os teores de sílica no perfil TF-07 não apresentam grandes variações dentro do perfil, sendo os extremos encontrados 27,7 % (A_3) e 22,8 % (A_1) (Quadro 14). O mesmo acontece com os valores de alumina encontrados neste perfil, os quais variam de 20,5 % (A_1) a 25,5 % (B_{21} , A_3). Os valores da relação sílica/alumina são, nos dois primeiros horizontes, 1,8; no segundo horizonte, 1,7 e nos demais 2,0. Estes valores são relativamente elevados para este grande grupo de solo. Entretanto, valores similares tem sido encontrados em outros Latossóis no Brasil pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) e DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (34). Os teores de óxido de ferro distribuem-se irregularmente dentro do perfil, apresentando valores inferiores a 18,8 % (B_1) e superiores a 10,2 % (B_{21}). As percentagens de óxido de titânio e fósforo são baixas, sendo inferiores a 0,30 % e 0,29 %, respectivamente.

O perfil TF-08 (Latossol Vermelho Escuro) apresenta os valores da acidez titulável entre 11,7 m.eq/100 g de solo (A_3) e 7,3 m.eq/100 g de solo (B_3) (Quadro 13). Observa-se uma distribuição irregular dos valores dentro do perfil, em se considerando que no horizonte A_1 o teor é de 9,4 m.eq/100 g de solo. Possivelmente, a redução no teor da acidez titulável do horizonte A_1 se deve ao elevado teor de cálcio encontrado neste horizonte (5,8 m.eq/100 g de solo); os horizontes abaixo do A_1 apresentam teores inferiores a 0,7 m.eq/100 g de solo. Neste solo, como nos demais solos desta catena, encontram-se apenas traços de magnésio e potássio. A capacidade de troca catiônica decresce

do horizonte A_1 (16,5 m.eq/100 g de solo) para o B_3 (7,6 m.eq/100 g de solo). O índice de saturação de bases é relativamente alto no horizonte superficial do solo (43,0 %) e não se altera muito em profundidade cujos valores extremos são 5,6 % (A_3) e 3,9 % (B_{23} , B_3). Os valores de pH em água variam de 5,5 (A_1) a 4,2 (A_3) e, em cloreto de potássio, entre 3,5 (A_3) e 4,6 (A_1). O carbono decresce em profundidade, sendo os valores extremos 1,6 % (A_1) e 0,3 % (B_3).

A sílica encontrada no perfil TF-08 (Latossol Vermelho Escuro) apresenta teores praticamente constantes dentro do perfil, entre 20,6 % (A_1) e 23,7 % (B_3); o mesmo acontece com a alumina, cujos valores extremos são 27,2 % (A_1) e 31,3 % (B_3). Os valores de Ki são em torno de 1,2, satisfazendo as exigências de um solo com B latossólico (BENNEMA e CAMARGO, 9). Os teores de óxido de ferro pouco variam em profundidade, girando em torno de 12 %. Os óxidos de titânio e fósforo encontram-se em valores muito baixos, respectivamente inferiores a 0,29 % e 0,30 %.

Examinando-se de maneira global os resultados analíticos dos solos da catena de folhelho da Região de Prudente de Moraes, pode-se observar que os solos pertencentes à mesma categoria apresentam resultados semelhantes (Quadros 13 e 14). Alguns dados são semelhantes em todos os perfis, tais como os teores de magnésio, de potássio, de óxido de titânio e fósforo. Dentre os Solos Bruno Ácidos (similar) observa-se que, no perfil TF-05, os teores de cálcio são mais altos, assim como os índices de saturação de bases e os teores de alumina. No

Quadro 13 - Características químicas dos perfis pertencentes a catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

Horizontes	Profundidade cm	Complexo sorptivo m eq/100 g de solo						v %	pH		C %
		H	Al	Ca	Mg	K	CTC		H ₂ O	KCl	
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-05)</u>											
A ₁	0- 18	5,5	0,1	4,5	1,0	1,1	12,3	54,9	6,2	4,6	1,7
A ₃	18- 39	6,0	1,4	1,5	Traços	0,5	8,4	28,9	5,7	3,6	1,1
(B ₂)	39- 61	4,4	1,2	1,8	Traços	0,4	6,7	34,3	5,6	3,8	0,6
(B ₃)	61- 72	3,3	1,2	1,0	Traços	0,2	4,5	26,6	5,6	4,0	0,2
IIC ₁	72- 92	3,1	1,6	0,7	Traços	0,1	4,0	22,5	5,6	4,0	0,1
IIC ₂	92-112	4,8	1,6	1,1	Traços	0,1	6,0	20,0	5,2	3,7	0,06
IIC ₃	112-150	4,1	1,7	0,6	Traços	0,1	5,0	18,0	5,6	3,6	0,06
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06)</u>											
Ap	0- 10	6,6	1,3	1,1	Traços	0,2	8,2	19,3	4,6	3,8	1,1
A ₃	10- 22	4,6	1,3	0,6	Traços	0,1	5,4	14,3	4,8	4,1	0,9
(B ₁)	22- 41	3,7	1,0	0,4	Traços	0,1	4,5	17,2	4,9	4,0	0,5
(B ₂)	41- 71	2,6	0,7	0,5	Traços	Traços	3,2	13,7	5,2	4,2	0,3
(B ₃)	71- 98	2,7	0,6	0,5	Traços	Traços	3,3	18,4	5,7	4,0	0,5
C ₁₁	98-126	3,1	0,8	0,5	Traços	Traços	3,7	16,2	5,4	4,0	0,1
C ₁₂	126-156	3,5	0,9	0,3	Traços	Traços	4,1	14,6	5,8	3,8	0,2
C ₁₃	156-200	3,5	1,0	0,3	Traços	Traços	4,0	12,5	5,8	3,8	0,1
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-07)</u>											
A ₁	0- 8	13,4	1,8	2,2	0,3	0,2	16,3	17,3	4,7	4,0	2,0
A ₃	8- 28	11,5	1,8	0,8	Traços	0,2	12,5	8,1	4,5	3,8	1,3
B ₁	28- 48	10,3	1,5	0,2	Traços	Traços	10,8	4,2	4,5	3,8	1,1
B ₂₁	48-120	9,2	1,5	0,2	Traços	Traços	9,8	6,1	4,9	3,8	0,8
B ₂₂	120-185	9,5	1,5	0,2	Traços	Traços	9,8	3,0	5,0	3,9	0,7
B ₂₃	185-209	9,3	1,2	0,2	Traços	Traços	9,5	2,2	5,4	4,0	0,5
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-08)</u>											
A ₁	0- 5	9,4	nihil	5,8	1,0	0,3	16,5	43,0	5,5	4,6	1,6
A ₃	5- 22	11,7	3,4	0,7	Traços	Traços	12,4	5,6	4,2	3,5	0,8
B ₁	22- 46	10,3	2,5	0,3	Traços	Traços	10,9	5,5	4,5	3,6	0,6
B ₂₁	46- 80	9,6	2,8	0,3	Traços	Traços	10,0	4,0	4,5	3,6	0,5
B ₂₂	80-120	9,1	2,4	0,3	Traços	Traços	9,5	4,2	4,0	3,8	0,4
B ₂₃	120-170	7,6	2,0	0,2	Traços	Traços	7,9	3,9	4,9	3,8	0,3
B ₃	170-200	7,3	2,0	0,3	Traços	Traços	7,6	3,9	4,9	3,8	0,3

Quadro 14 - Resultados de ataque sulfúrico dos solos da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

Horizontes	Profundidade cm	Ataque sulfúrico %					Ki
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-05)</u>							
A ₁	0- 18	16,5	14,3	6,0	0,13	0,18	1,9
A ₃	18- 39	20,8	18,7	6,2	0,14	0,05	1,9
(B ₂)	39- 61	22,5	19,7	7,0	0,15	0,08	1,9
(B ₂)	61- 72	25,5	21,6	8,0	0,18	0,03	1,9
IIC ₃	72- 92	29,1	23,0	8,4	0,21	0,04	2,1
IIC ₁	92-112	29,5	22,7	8,0	0,18	0,08	2,2
IIC ₂							
IIC ₃	112-150	30,3	21,6	8,2	0,19	0,11	2,4
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06)</u>							
Ap	0- 10	27,4	15,7	7,0	0,19	0,02	2,9
A ₃	10- 22	24,1	16,8	6,4	0,25	0,03	2,4
(B ₂)	22- 41	20,6	17,5	7,0	0,26	0,03	2,0
(B ₁)	41- 71	19,6	14,3	9,2	0,27	0,03	2,3
(B ₂)	71- 98	20,9	17,9	6,5	0,25	0,03	2,0
C ₃	98-126	21,6	17,4	8,9	0,29	0,04	2,1
C ₁₁	126-156	20,9	18,9	7,7	0,29	0,04	1,8
C ₁₂							
C ₁₃	156-200	20,2	18,5	7,4	0,25	0,03	1,8
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-07)</u>							
A ₁	0- 8	22,8	20,5	12,9	0,23	0,10	1,8
A ₃	8- 28	27,7	25,5	14,2	0,22	0,08	1,8
B ₃	28- 48	23,1	21,5	18,8	0,25	0,08	1,7
B ₁	48-120	26,0	25,5	10,2	0,24	0,07	2,0
B ₂₁	120-185	26,8	22,5	10,3	0,29	0,06	2,0
B ₂₂							
B ₂₃	185-209	26,7	23,2	10,8	0,30	0,29	2,0
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-08)</u>							
A ₁	0- 5	20,6	27,8	12,2	0,28	0,30	1,2
A ₃	5- 22	21,1	28,8	10,4	0,28	0,22	1,2
B ₃	22- 46	20,8	29,7	12,8	0,27	0,19	1,2
B ₁	46- 80	21,8	29,8	9,6	0,27	0,17	1,2
B ₂₁	80-120	22,1	29,5	11,5	0,29	0,16	1,3
B ₂₂	120-170	22,2	30,3	12,2	0,29	0,14	1,2
B ₂₃							
B ₃	170-200	23,7	31,3	12,7	0,31	0,13	1,3

perfil TF-06 os valores mais altos da relação sílica/alumina indicam que este solo é o menos evoluído da catena, por outro lado, o perfil TF-08 apresenta maior evolução, por possuir o menor valor deste índice. Pode-se observar ainda que a acidez titulável aumenta do Solo Bruno Ácido para o Latossol Vermelho Escuro. Os valores de óxido de ferro apresentam uma tendência a aumentar no Latossol Vermelho Escuro, enquanto que os de pH tendem a decrescer.

5.3. Análise mineralógica da fração argila

5.3.1. Reconhecimento dos minerais de argila

5.3.1.1. Catena sobre calcário

Os diversos difratogramas referentes à fração argila do perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical) estão representados nas Figuras 7 e 8. Neles pode-se constatar a presença de mica (10 Å) e caulinita (7,2 Å). Ocorre ainda uma banda entre os espaçamentos de 10 Å e 14 Å, indicando a presença de minerais interstratificados (BRADLEY, 11, 12 e 13).

Através dos diversos tratamentos (Figura 8), pode-se verificar que as bandas sofrem alterações originando picos a 14 Å com glicolização, intensificando-se o pico de 10 Å com tratamento de aquecimento, o que sugere serem a vermiculita e a mica os minerais que constituem a interstratificação. Bandas similares foram também constatadas por MEHRA e JACKSON (61), os quais consideram-nas como uma interstrati -

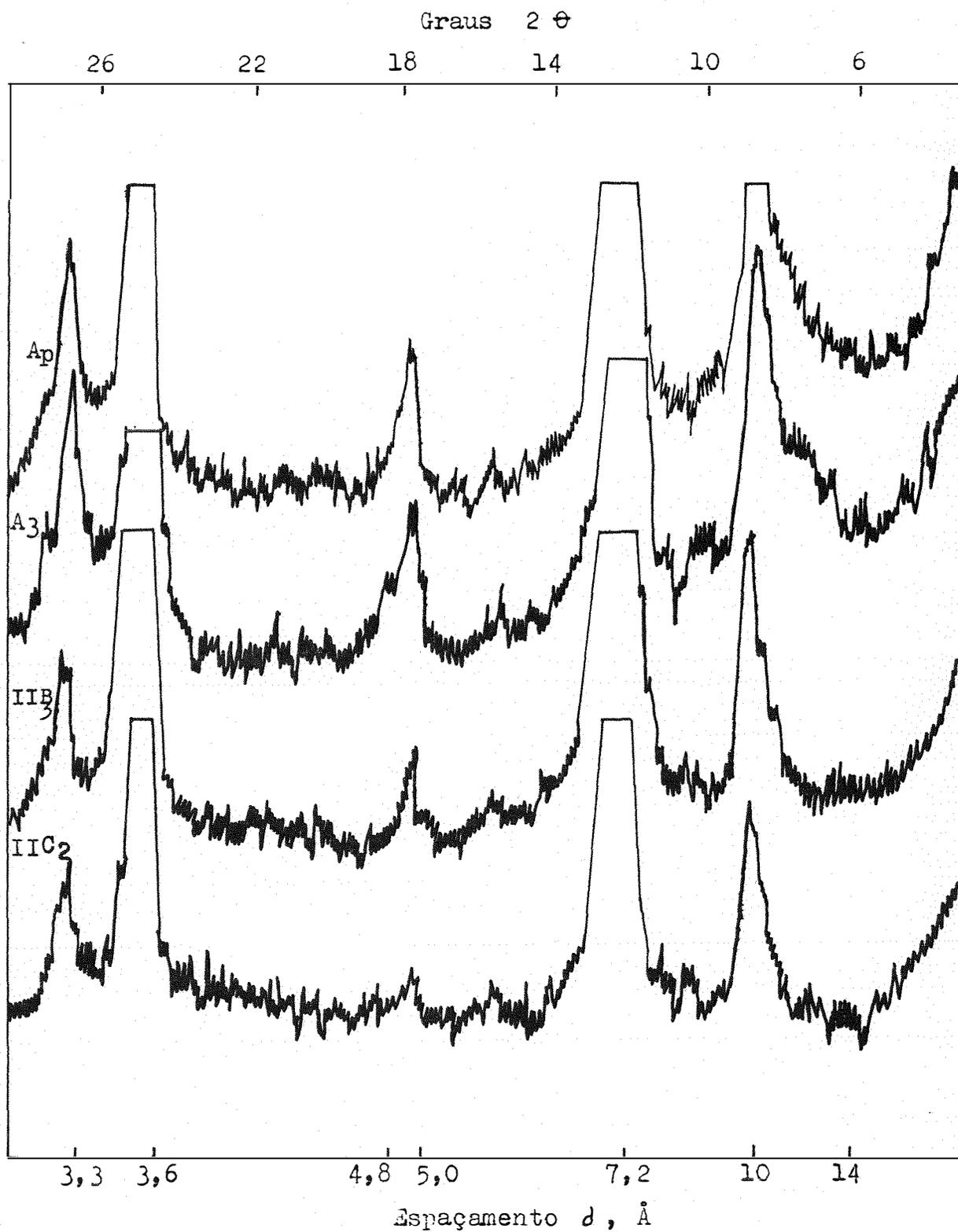


Figura 7 - Difratoqramas da fração argila de horizontes do perfil TC-01 (amostras K-natural).

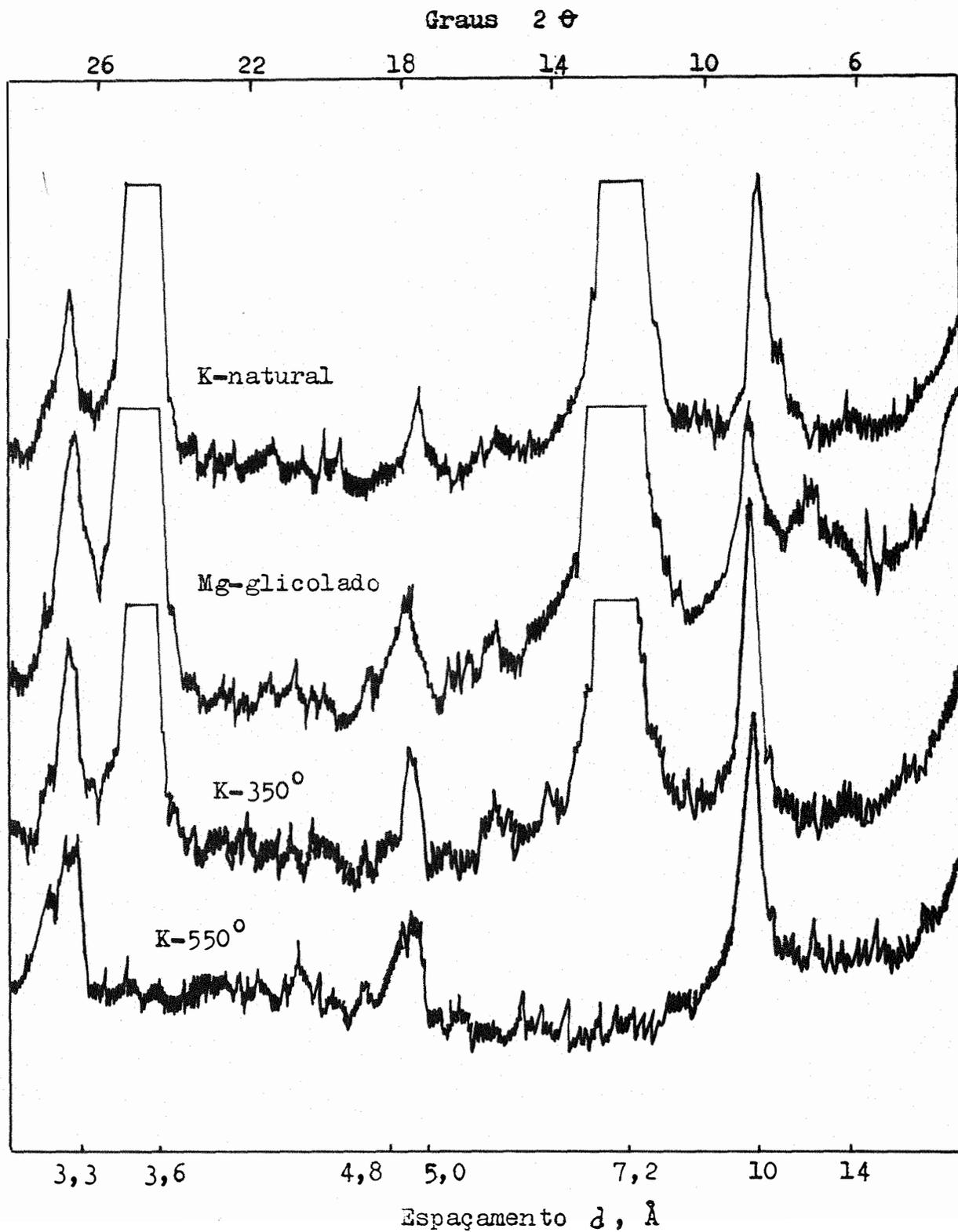


Figura 8 - Difrátogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte IIE₂₃, perfil TC-01.

ficação illita-vermiculita. A identificação destes minerais através do raio-X, segundo HARWARD e THEISEN (46) muitas vezes é bastante difícil, dependendo de uma série de fatores que exercem influência; acrescente-se ainda, que TAMURA (77) constatou que a vermiculita muitas vezes não altera seu espaçamento com os diversos tratamentos.

Através dos difratogramas do perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada), agrupados nas Figuras 9 e 10, pode-se constatar que na fração argila deste perfil encontra-se mica (10 Å), vermiculita (14 Å) e caulinita (7,2 Å). Assim como no perfil anterior, a presença de bandas entre 10 e 14 Å sugerem a existência de minerais interestratificados do tipo mica-vermiculita.

Nos difratogramas da fração argila do perfil TC-03 (Latos - sol Vermelho Escuro), representados nas Figuras 11 e 12, pode-se observar a presença de mica (10 Å), vermiculita (14 Å), caulinita (7,2 Å) e gibbsita (4,8 Å). Assim como nos demais solos da catena sobre calcário, encontram-se neste perfil bandas entre 10 e 14 Å, o que possivelmente se deve a minerais interestratificados constituídos por mica e vermiculita.

Na Figura 13 estão representados os termogramas de horizontes dos perfis da catena sobre calcário, nos quais pode-se confirmar a presença de caulinita através de picos entre 550-600 °C e gibbsita através de picos entre 300-350 °C (RUSSEL e HADDOCK, 71; HENDRICKS e ALEXANDER, 48).

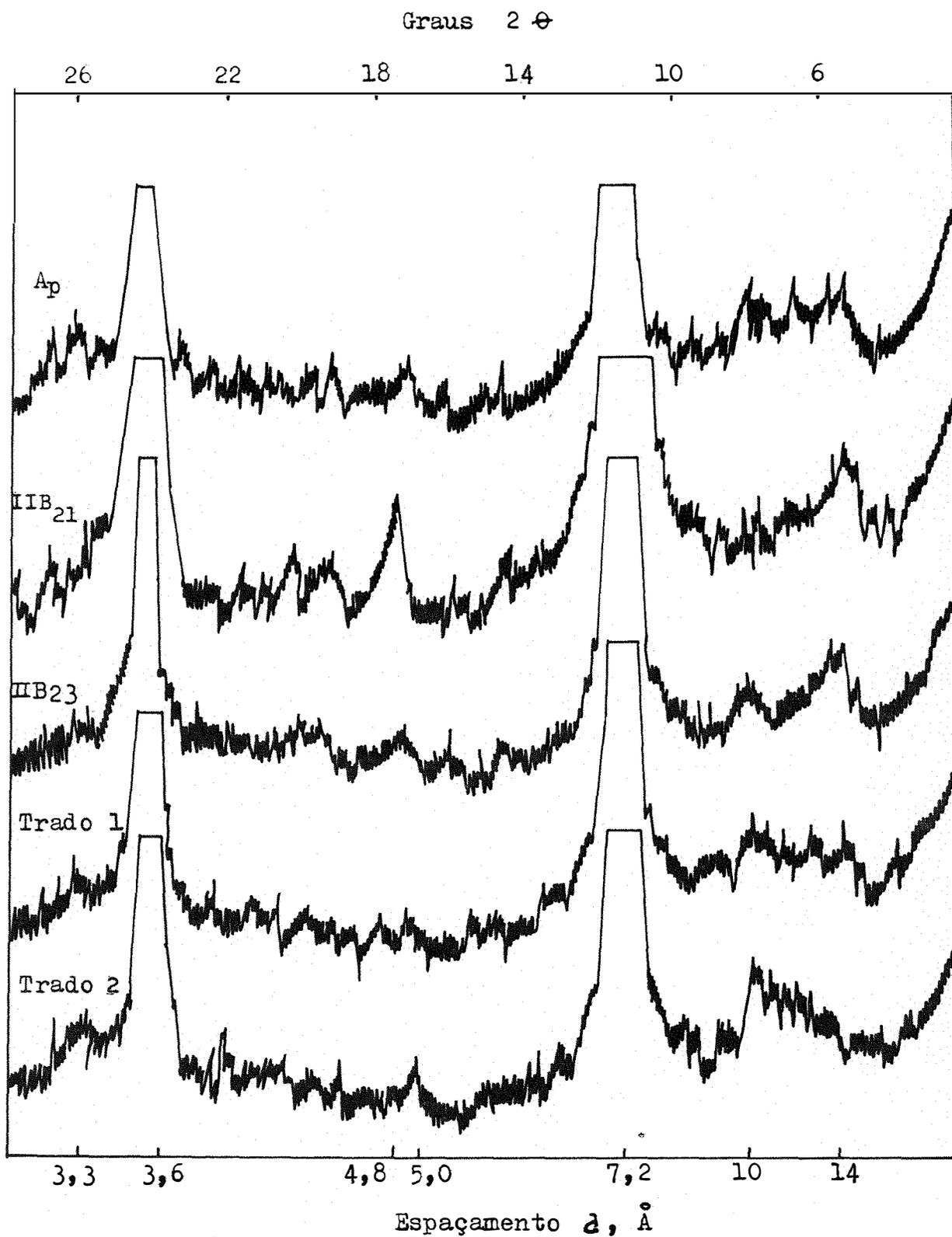


Figura 9 - Difratoformas da fração argila de horizonte do perfil TC-02 (amostras K-natural).

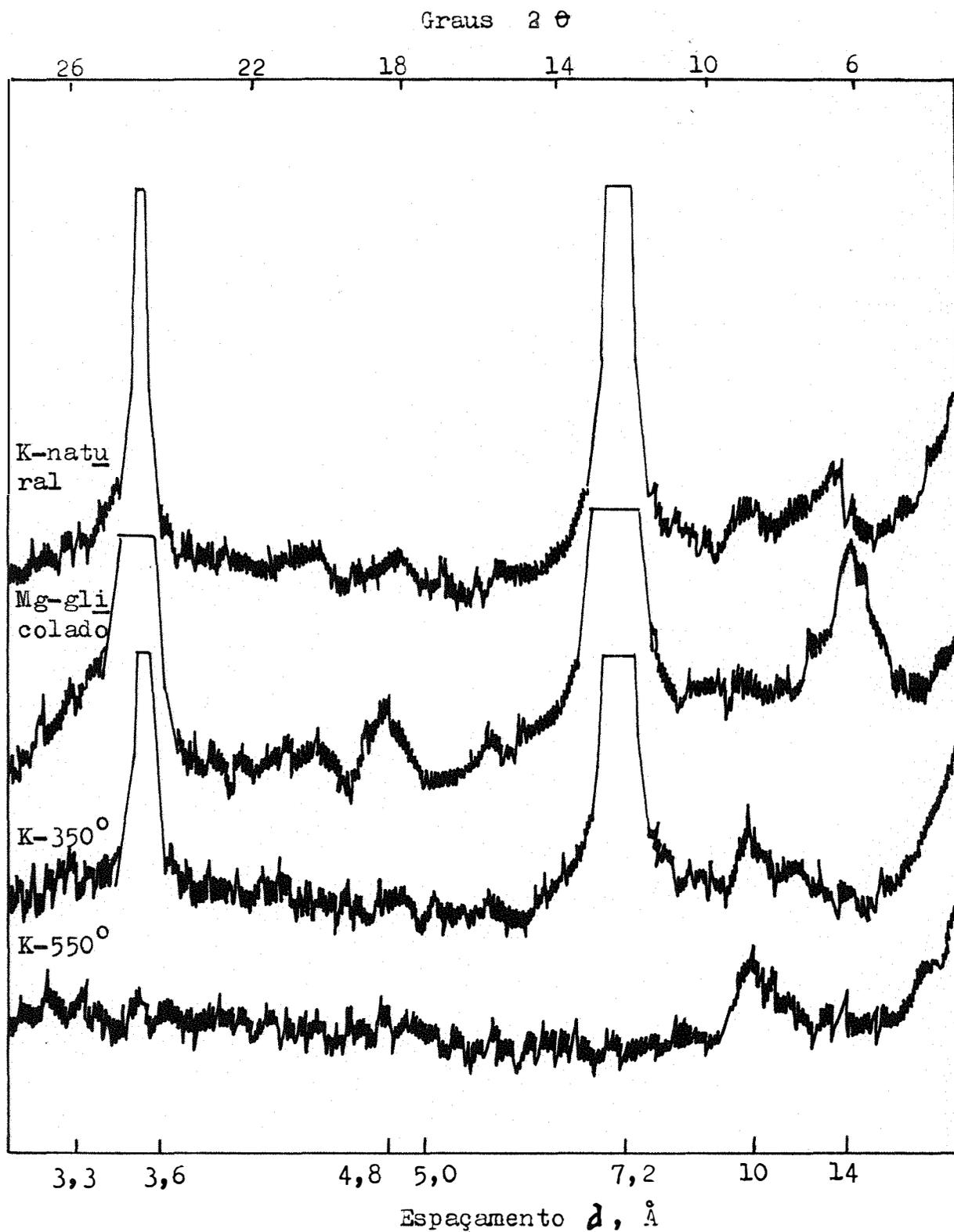


Figura 10 - Difrátogramas da fração argila, com diversos tratamentos,
horizonte IIB₂₃, perfil TC-02.

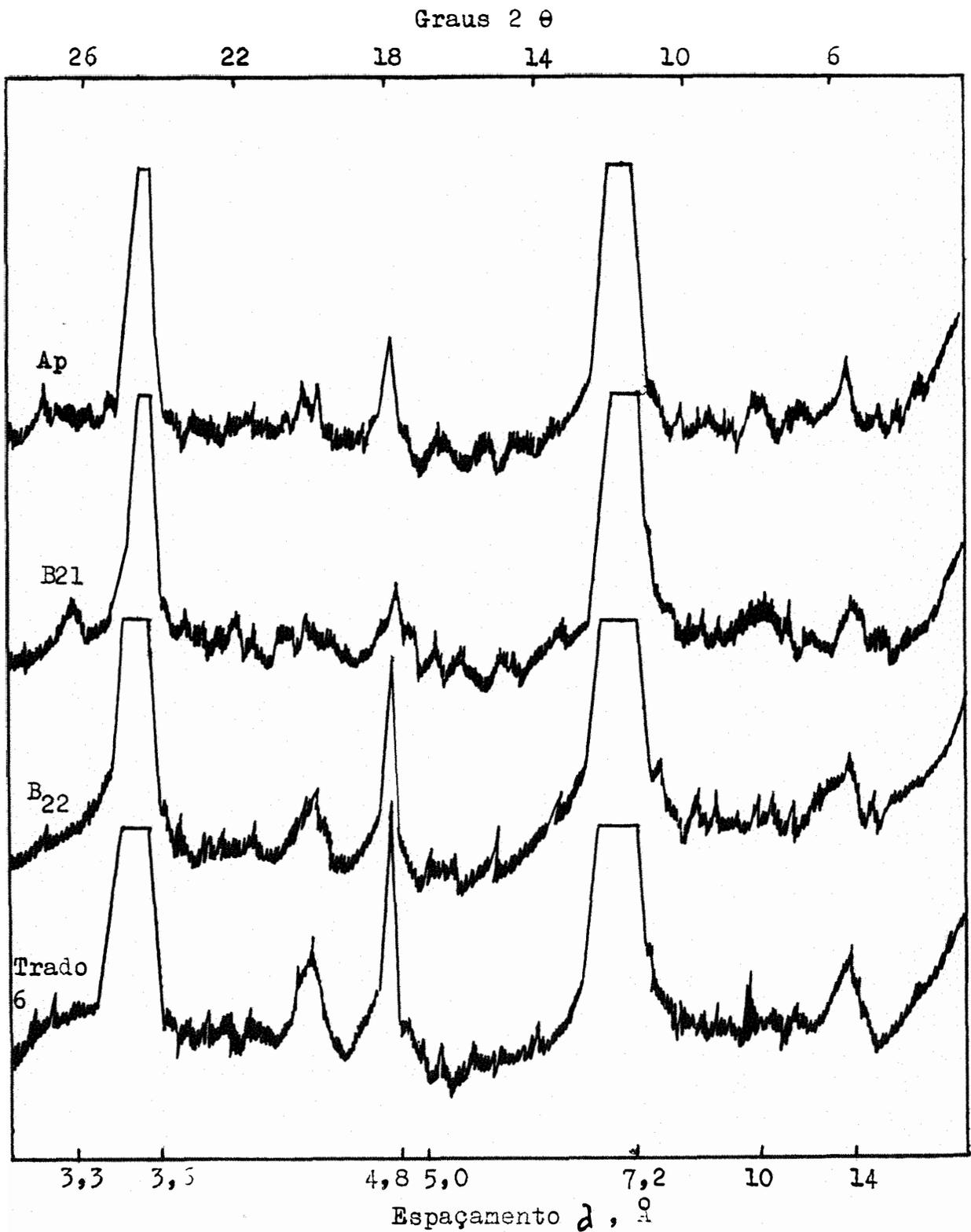


Figura 11 - Difratoigramas da fração argila de horizontes do perfil TC-03 (amostras K-natural).

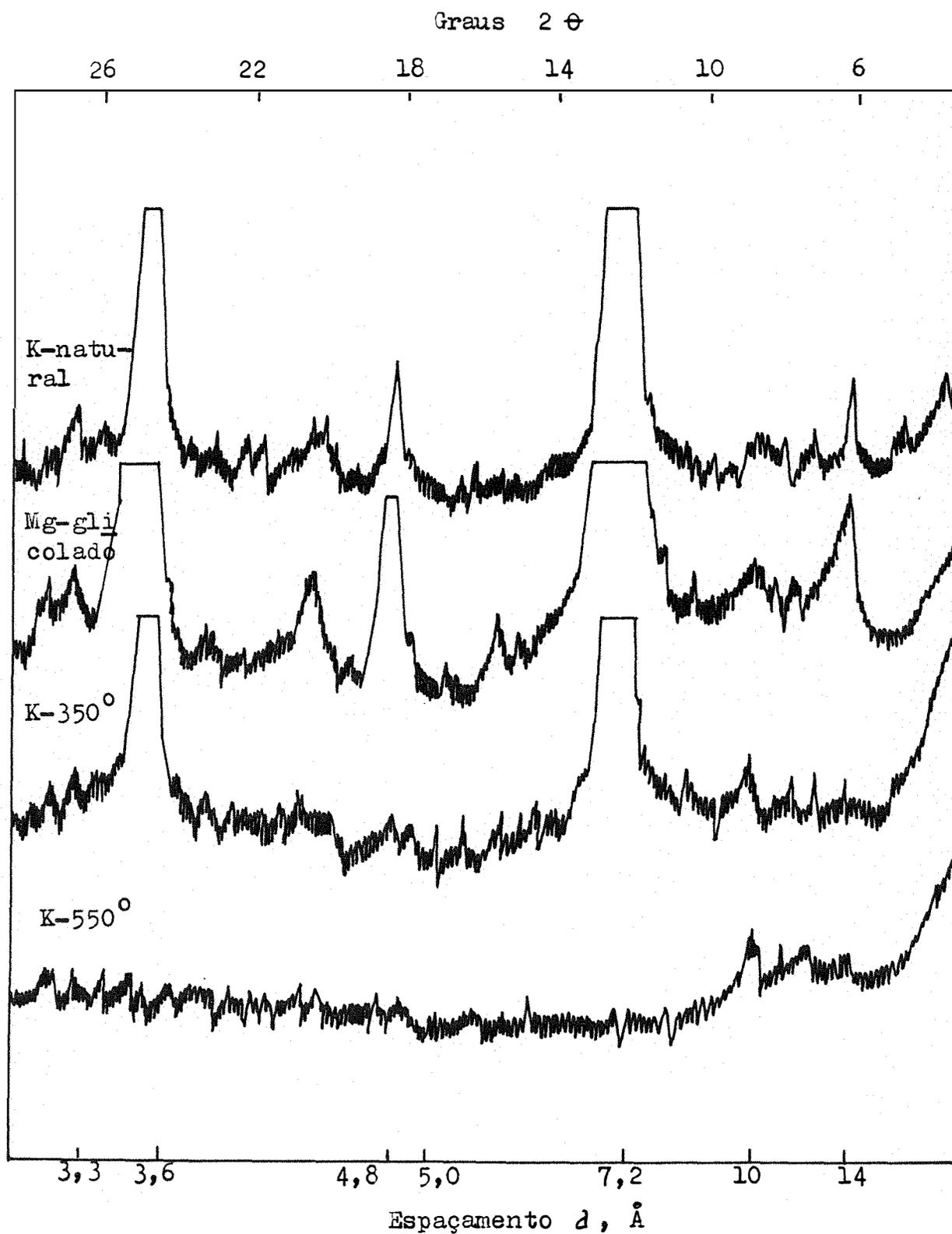


Figura 12 - Difratoogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte B₂₂, perfil TC-03.

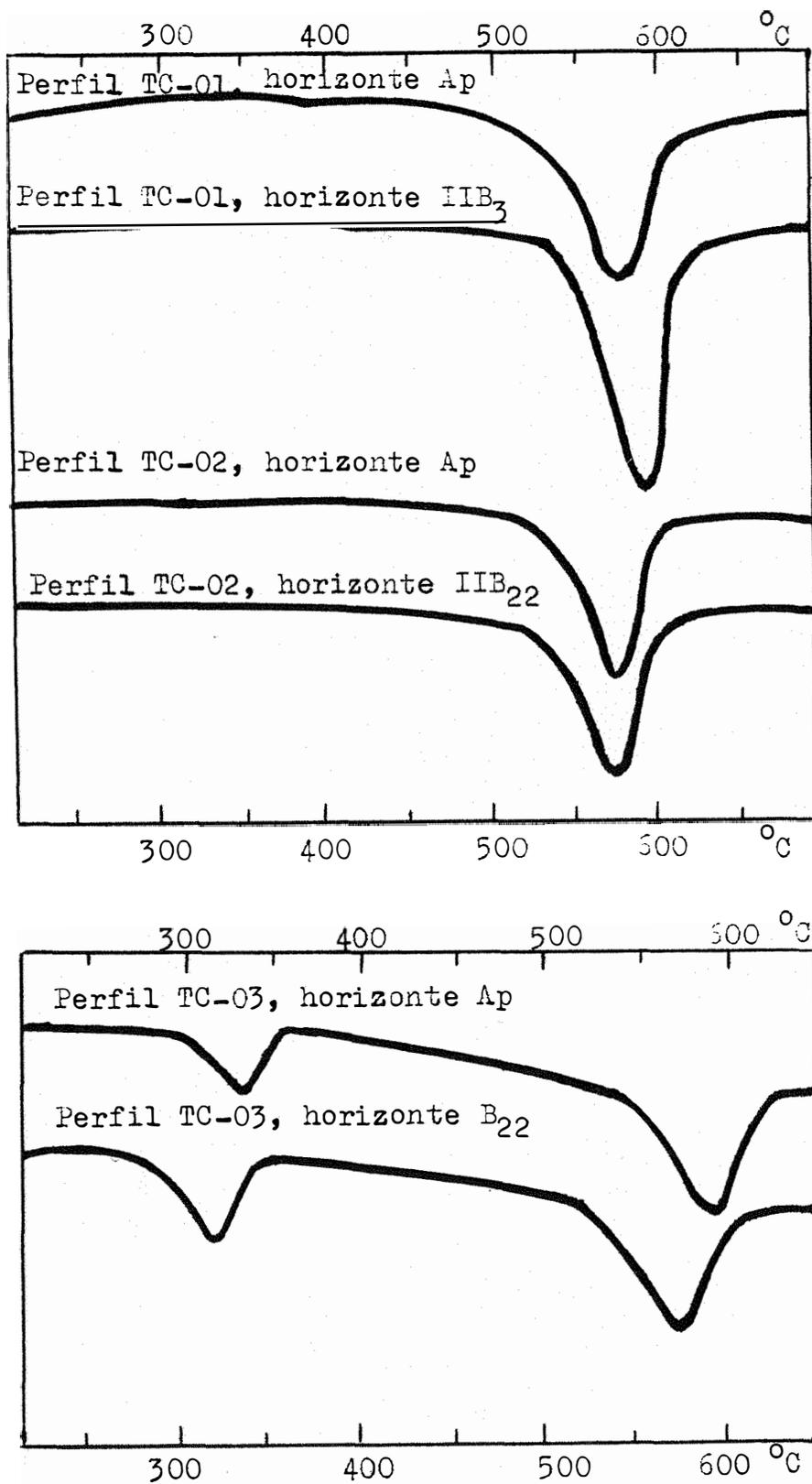


Figura 13 - Termogramas de horizontes dos perfis da catena sobre calcário

5.3.1.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro

O perfil TF-01 (Litossol-fase substrato folhelho), cujos difratogramas estão representados nas Figuras 14 e 15, mostram que na fração argila deste solo encontram-se mica (10 Å), vermiculita (14 Å) e caulinita (7,2 Å). Assim como nos perfis da catena sobre calcário, verifica-se a presença de bandas entre 10 Å e 14 Å que se devem a minerais interestratificados, provavelmente constituídos de mica e vermiculita.

Através dos difratogramas da fração argila do perfil TF-02 (Litossol-fase substrato folhelho), agrupados nas Figuras 16 e 17, pode-se constatar a presença de mica (10 Å) e caulinita (7,2 Å). Assim como nos perfis anteriores, pode-se observar a presença de bandas entre 10 Å e 14 Å, o que se deve a minerais interestratificados constituídos por mica e vermiculita.

Nos difratogramas da fração argila do perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar), representados nas Figuras 18 e 19, pode-se constatar a presença de mica (10 Å), vermiculita (14 Å) e caulinita (7,2 Å). Pode-se também verificar a presença de bandas entre 10 e 14 Å, similares às dos perfis anteriores, que podem ser atribuídas a minerais interestratificados constituídos por mica e vermiculita.

No perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro), como pode-se ver nos difratogramas das Figuras 20 e 21, encontram-se mica (10 Å), vermiculita (14 Å), caulinita (7,2 Å) e gibbsita (4,8 Å). Apesar da mica

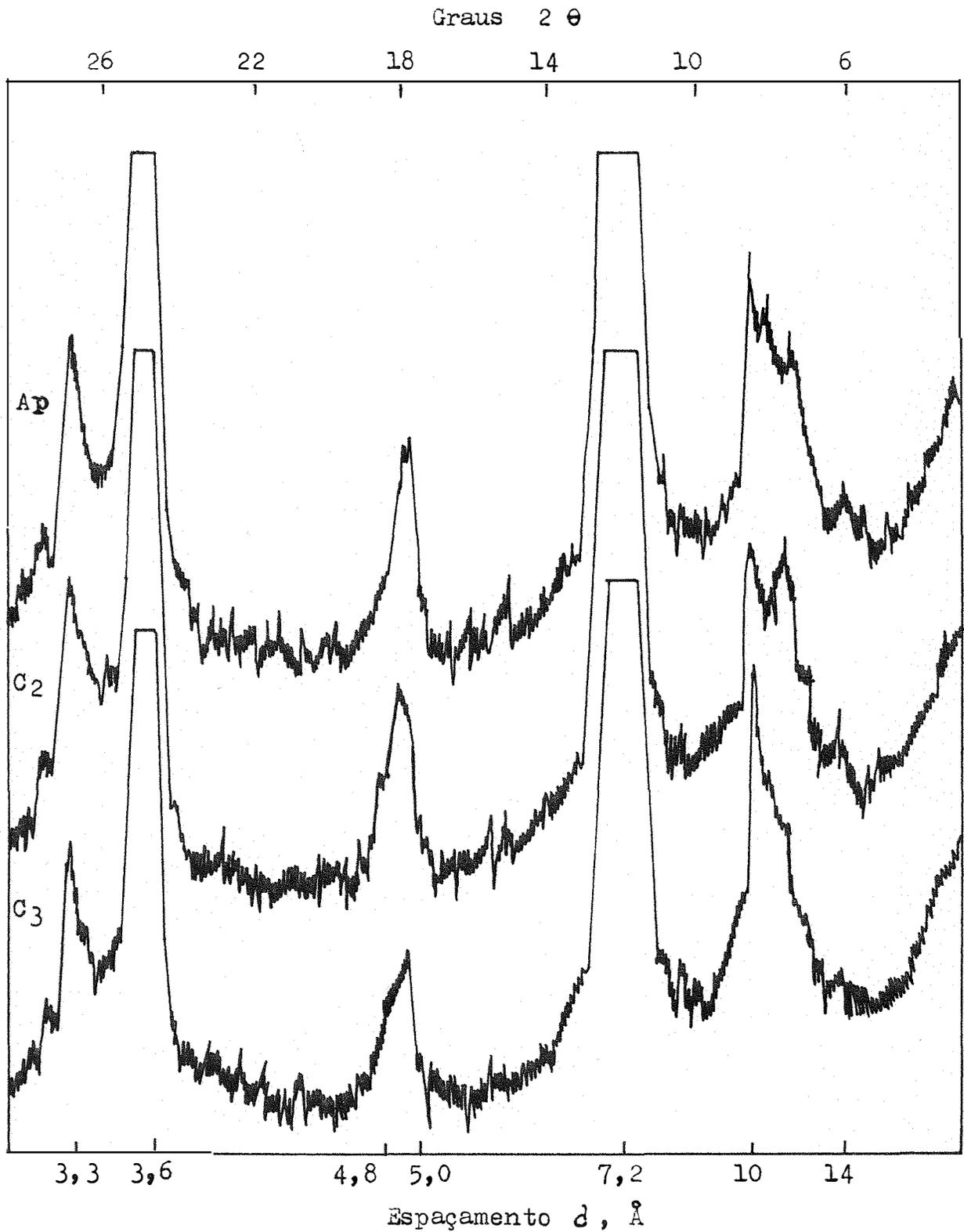


Figura 14 - Difratoigramas da fração argila de horizontes do perfil TF-01 (amostras K-natural).

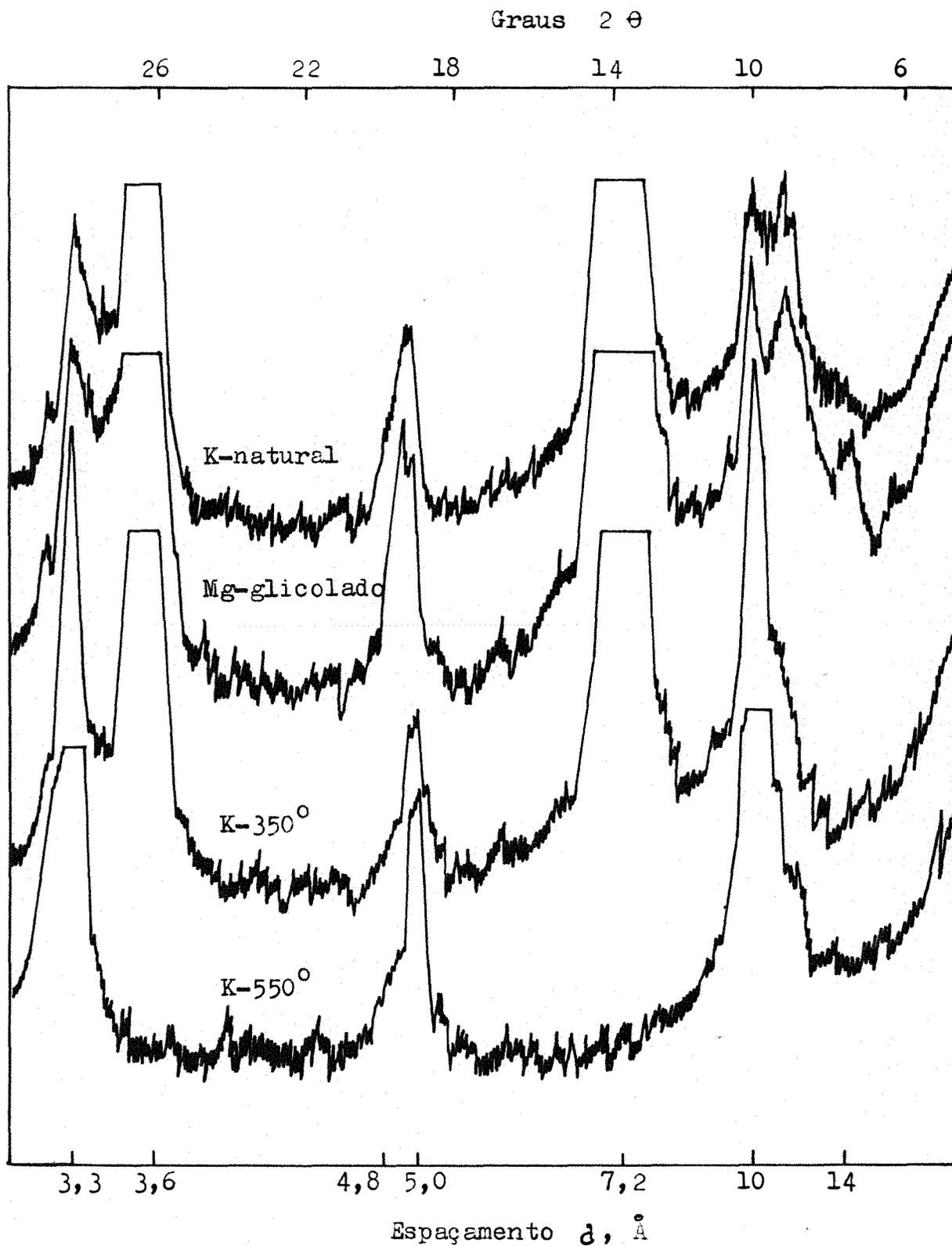


Figura 15 - Difratoigramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte C₂, perfil TF-01.

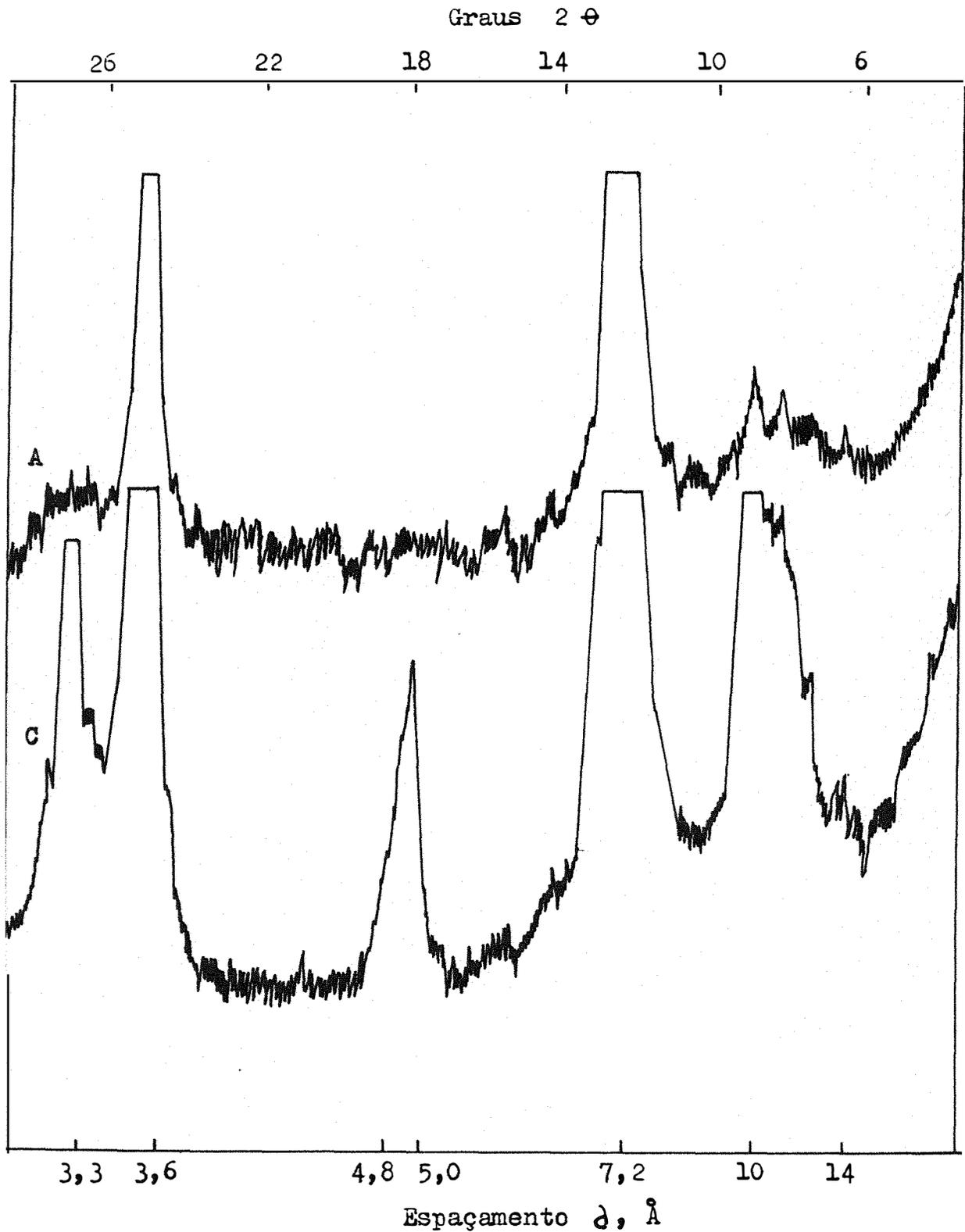


Figura 16 - Difractogramas da fração argila de horizontes do perfil

TF-02 (amostras K-natural).

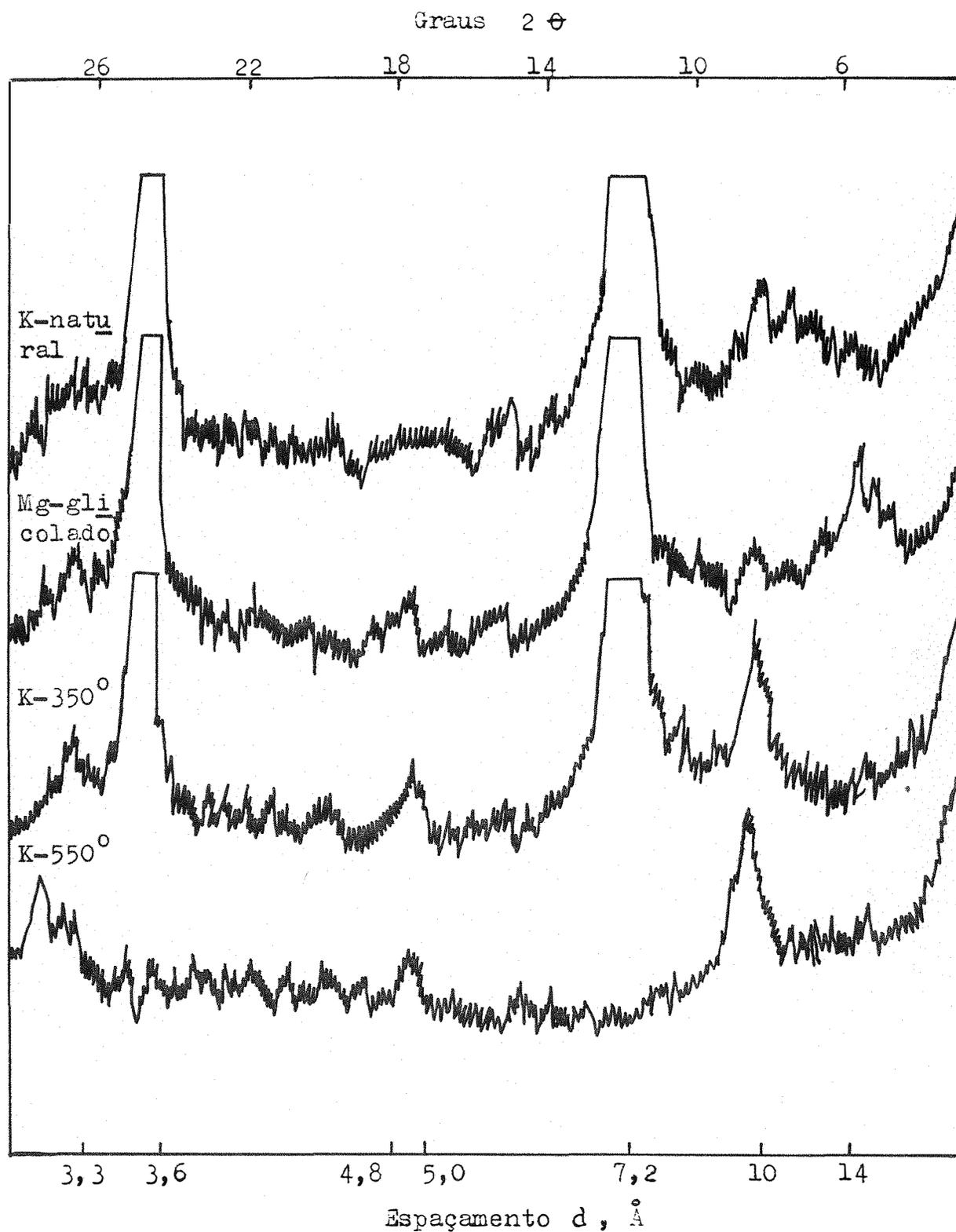


Figura 17 - Difratoogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte A, perfil TF-02.

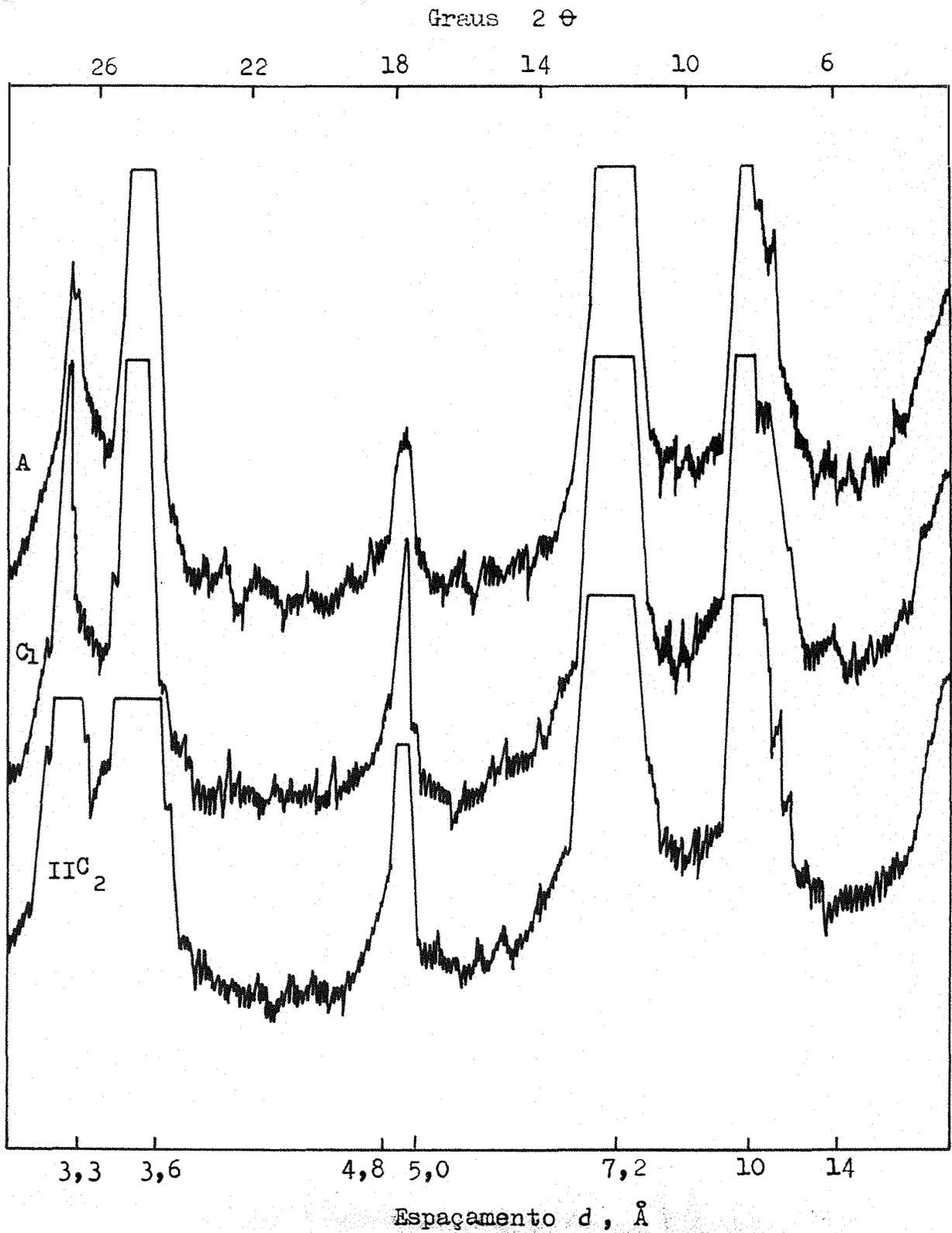


Figura 18 - Difratomogramas da fração argila de horizontes do perfil TF-03 (amostras K-natural).

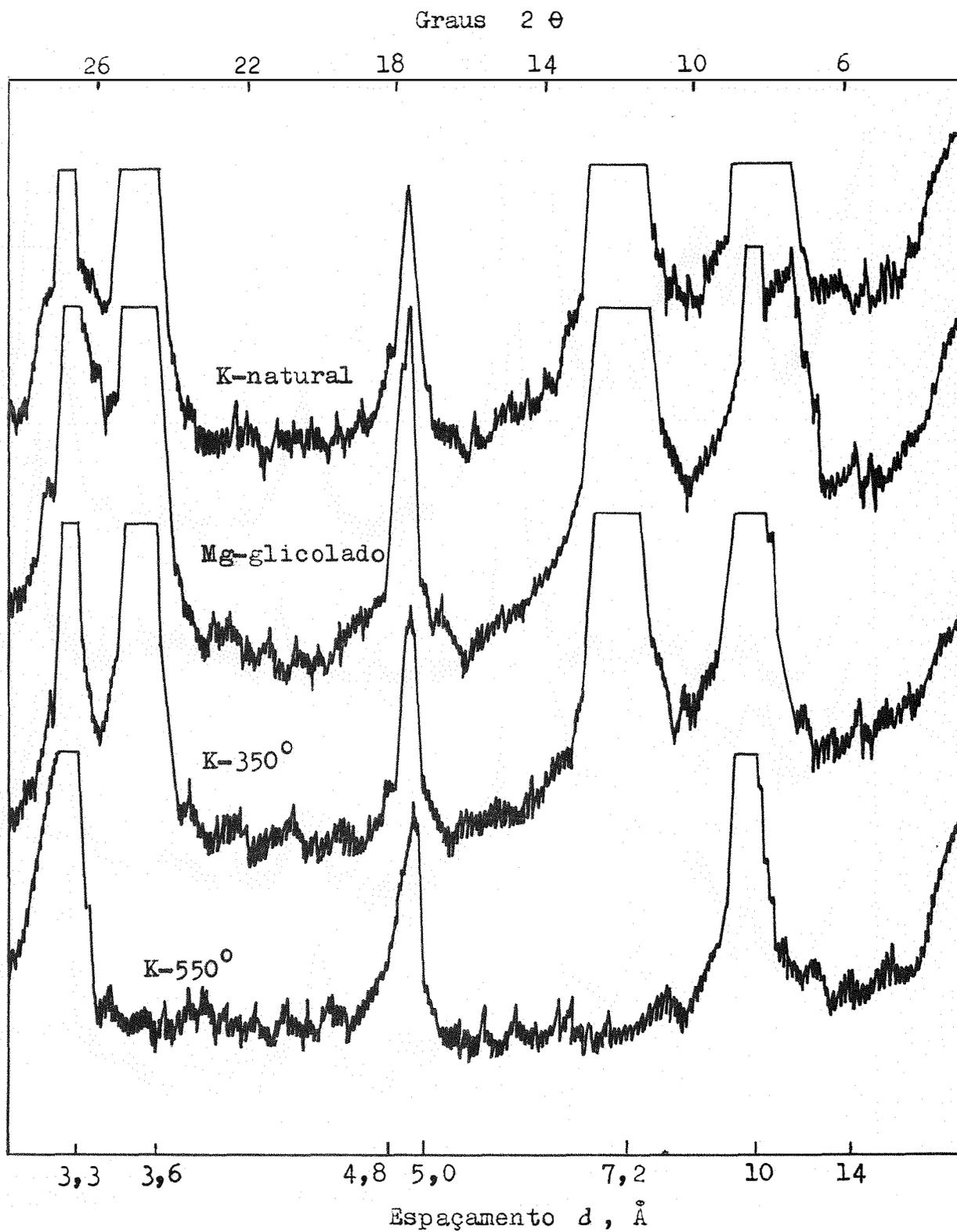


Figura 19 - Difratoogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte C₁, perfil TF-03.

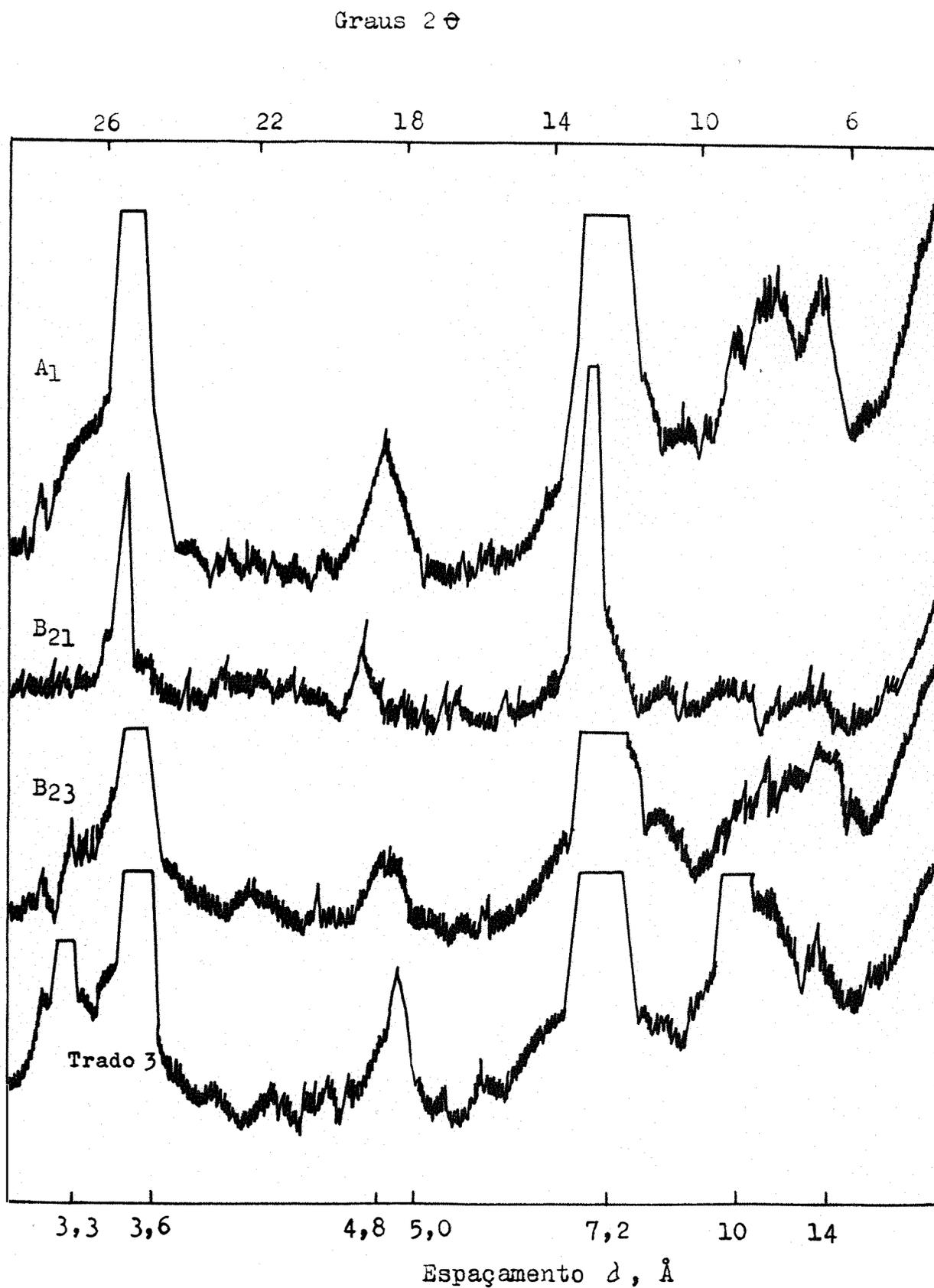


Figura 20 - Difratoigramas da fração argila de horizontes do perfil TF-04 (amostras K-natural).

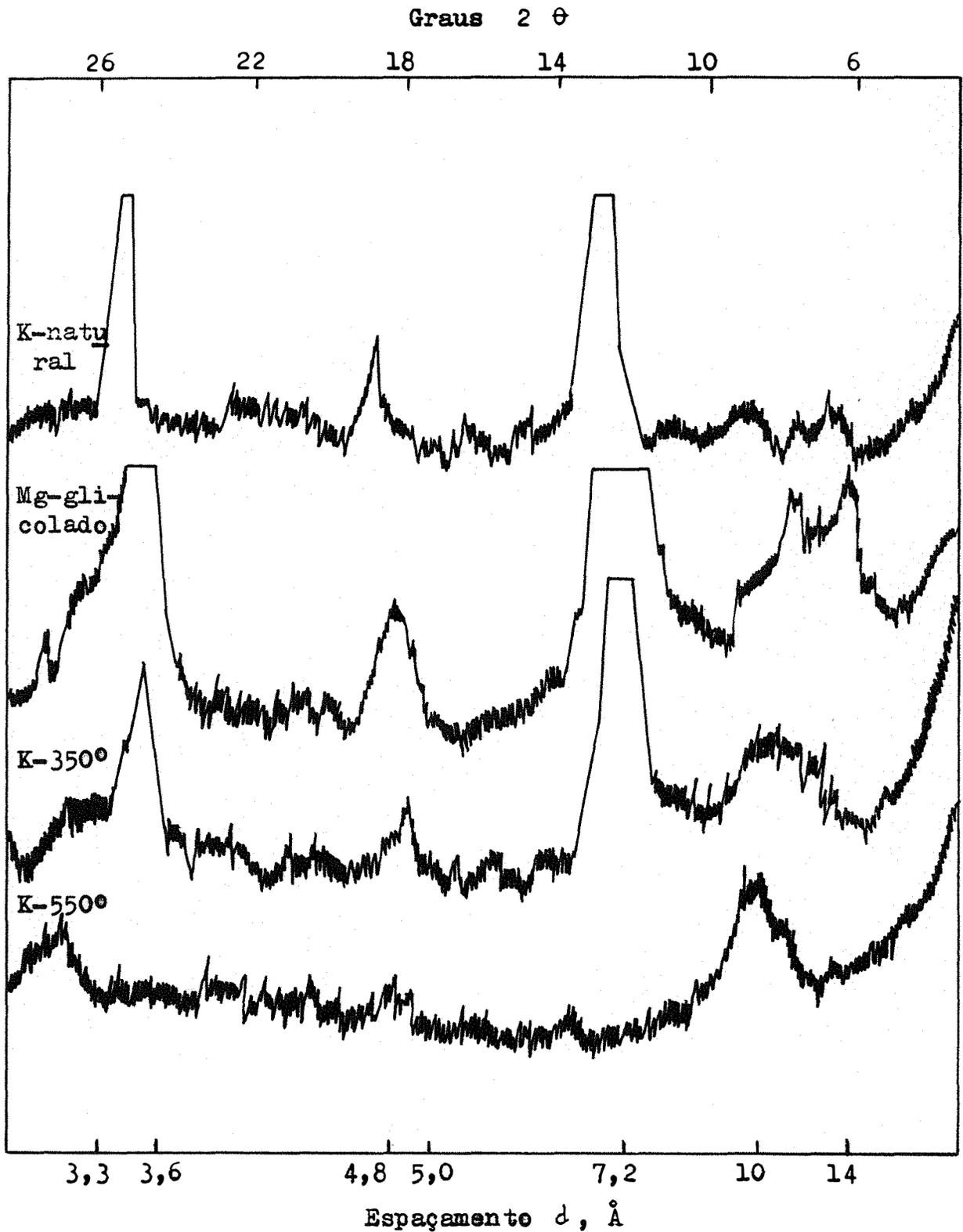


Figura 21 - Difractogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte B₂₁, perfil TF-04.

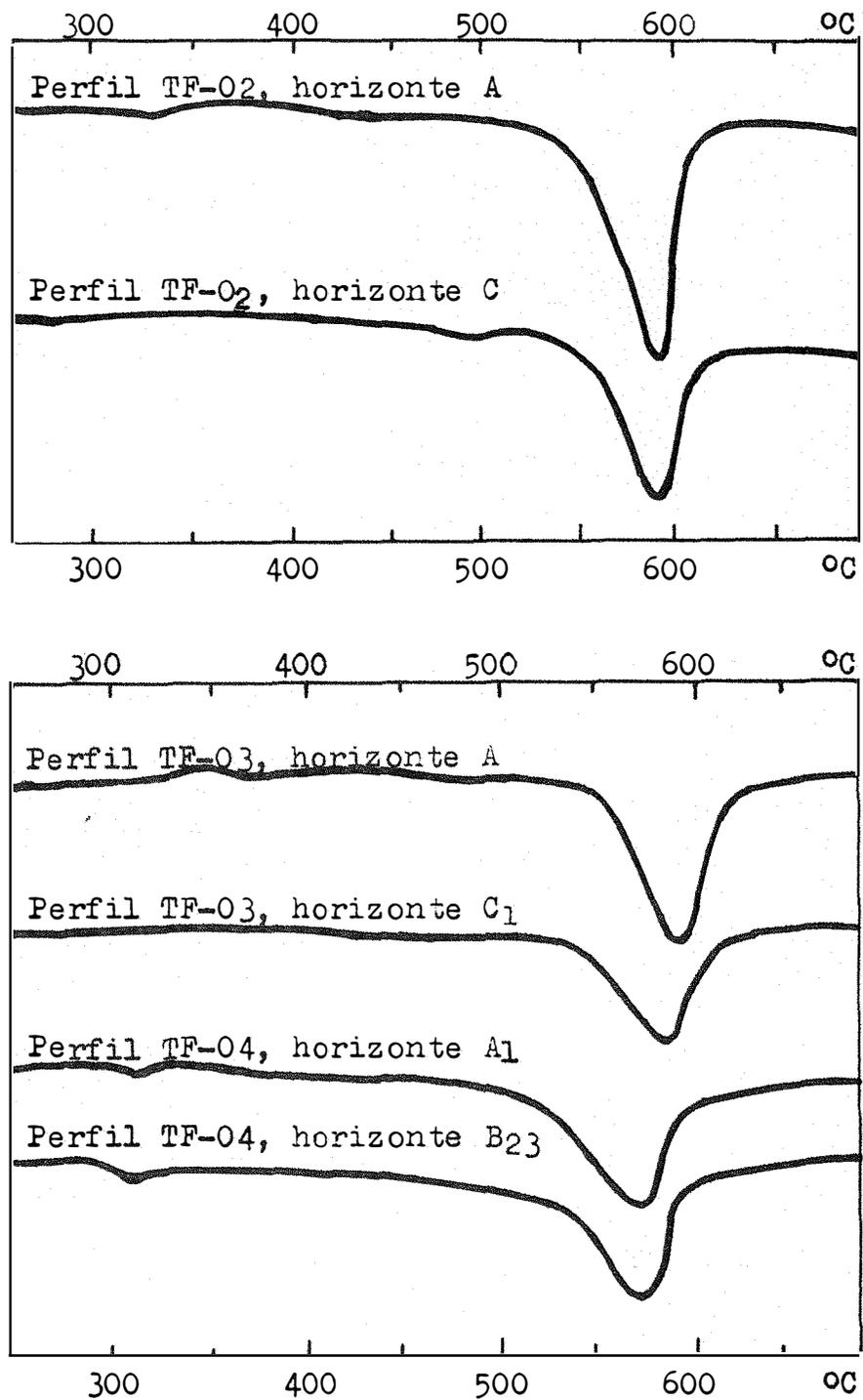


Figura 22 - Termogramas de horizontes dos perfis da catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

não ter apresentado pico bem definido a 10 \AA , pode-se identificá-la através do pico de 5 \AA (segunda ordem). A presença de bandas entre 10 \AA e 14 \AA possivelmente se deve a minerais interestratificados que, assim como nos perfis anteriores, provavelmente sejam constituídos por mica e vermiculita. A presença de minerais interestratificados em Latossóis foi também constatada por GOEDERT (44) no Rio Grande do Sul.

Através dos termogramas representados na Figura 22, pode-se também confirmar a presença de caulinita (pico entre $550-600 \text{ }^\circ\text{C}$) e gibbsita ($300-350 \text{ }^\circ\text{C}$) na fração argila dos perfis da catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

5.3.1.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes

Na fração argila do perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar) constatou-se, através dos difratogramas das Figuras 23 e 24, a presença de mica (10 \AA), caulinita ($7,2 \text{ \AA}$) e gibbsita ($4,8 \text{ \AA}$), sendo que a última foi constatada apenas no horizonte (B_2). A existência de banda entre 10 \AA e 14 \AA , assim como nos demais solos, se deve, provavelmente, a minerais interestratificados constituídos de mica e vermiculita.

Os difratogramas pertencentes a fração argila do perfil TF-06 (Solo Bruno Ácido, similar) agrupados nas Figuras 25 e 26, mostram a presença de mica (10 \AA), caulinita ($7,2 \text{ \AA}$) e vermiculita (14 \AA), sendo que a última não apresenta picos bem definidos em todos os horizon-

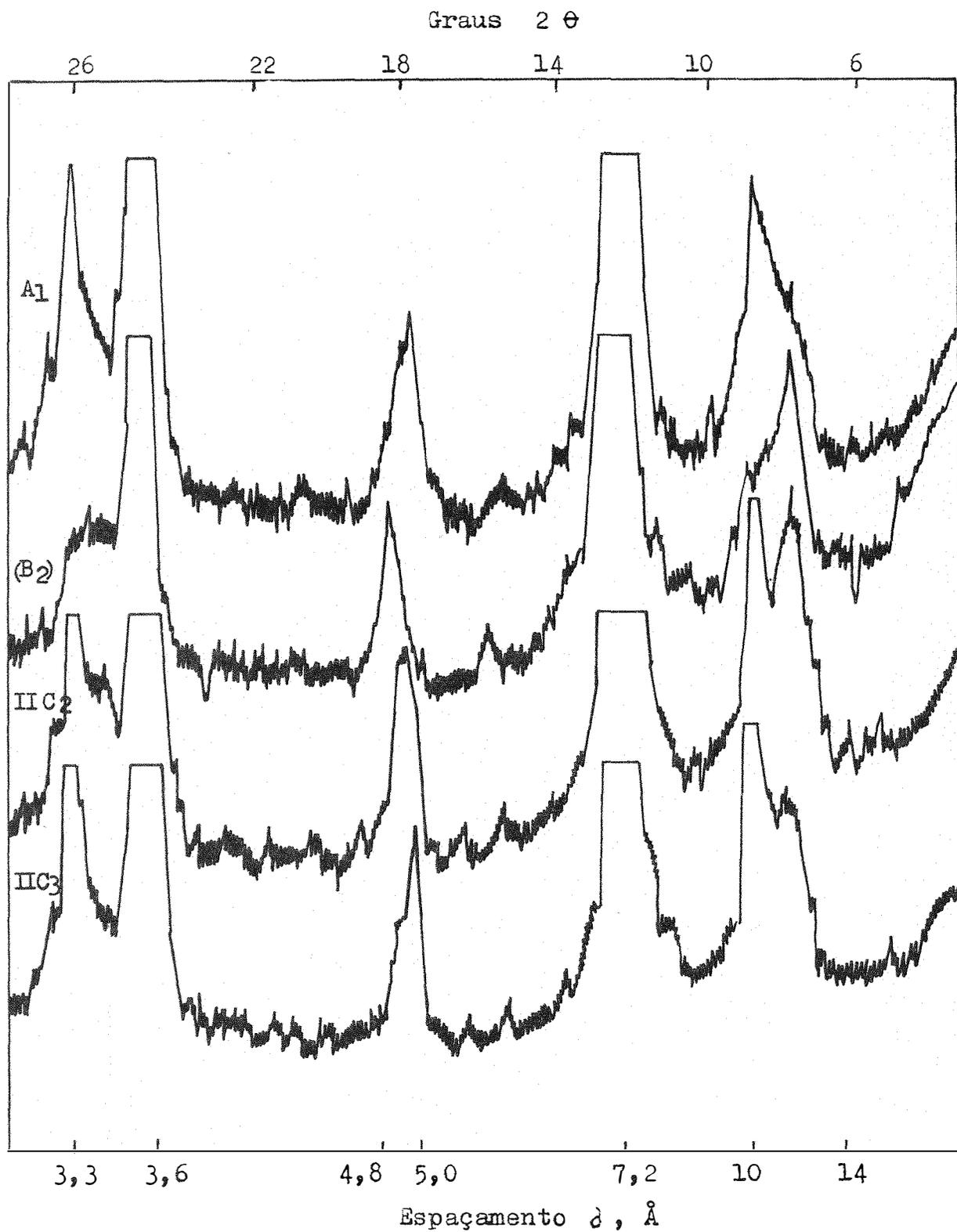


Figura 23 - Difratoigramas da fração argila de horizontes do perfil TF-05 (amostras K-natural).

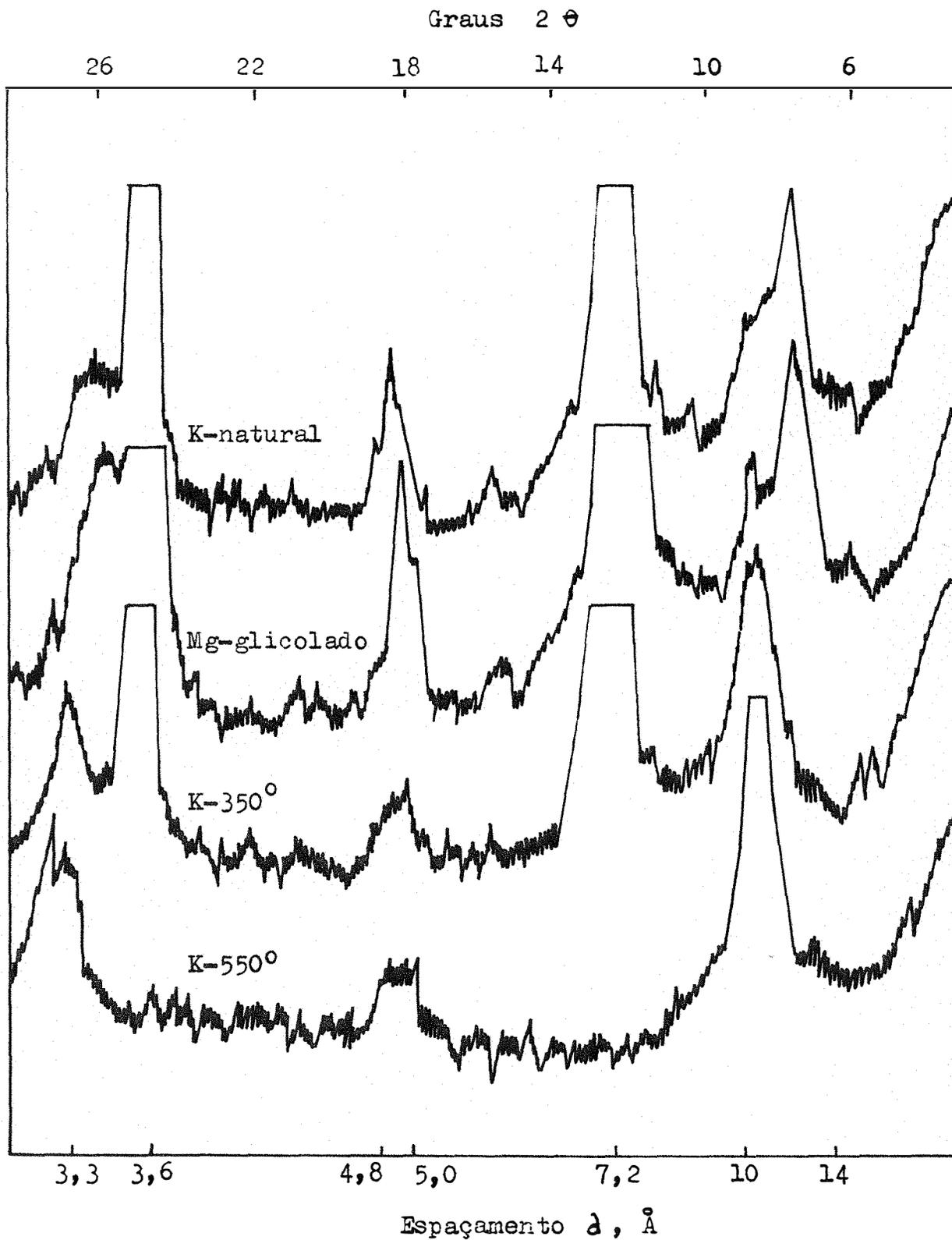


Figura 24 - Difrátogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte (B₂), perfil TF-05:

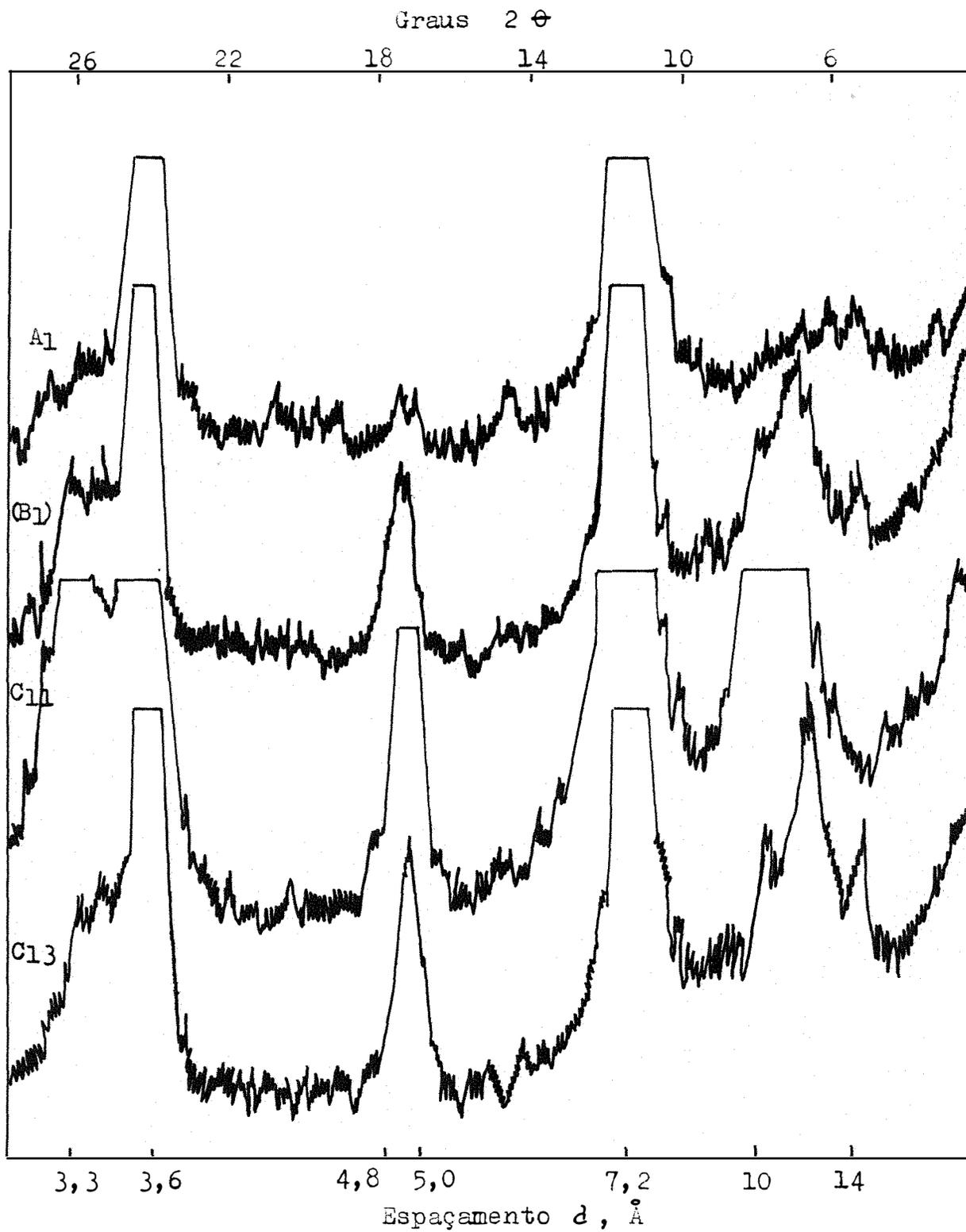


Figura 25 - Difratoogramas da fração argila de horizontes do perfil TF-06 (amostras K-natural).

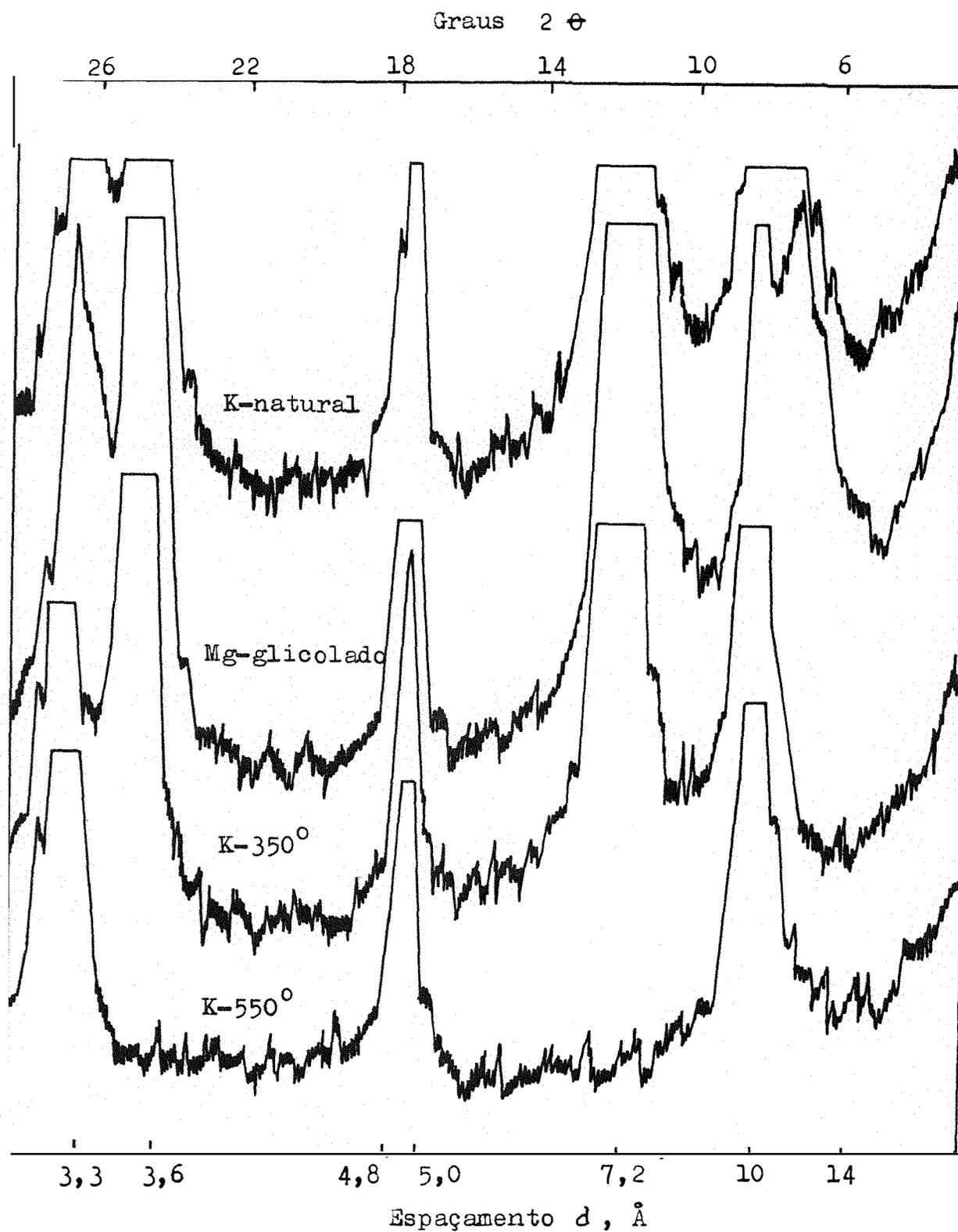


Figura 26 - Difratoogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte C₁₁, perfil TF-06.

tes, como se pode observar na Figura 24. A presença de minerais interstratificados, que possivelmente sejam constituídos pela mica e vermiculita, foi também constatada neste perfil através de bandas entre 10 Å e 14 Å.

No perfil TF-07 (Latosol Vermelho Escuro) pode-se constatar, através dos difratogramas da fração argila (Figuras 27 e 28), a presença de mica (10 Å) com picos mal definidos, vermiculita (14 Å), caulinita (7,2 Å) e gibbsita (4,8 Å). A presença de bandas entre 10 e 14 Å pode ser atribuída a minerais interstratificados constituídos de mica e vermiculita, como já visto anteriormente.

Por meio dos difratogramas agrupados nas Figuras 29 e 30, constou-se na fração argila do perfil TF-08 (Latosol Vermelho Escuro), a presença de caulinita (7,2 Å) e gibbsita (4,8 Å). O aparecimento de pico de baixa intensidade a 10 Å, que se deve a mica, foi constatado apenas nos horizontes B₁ e B₂₃, enquanto que pico de vermiculita, somente no horizonte B₂₃.

Na Figura 31 estão agrupados os termogramas de horizontes dos perfis da catena sobre folhelho da região de Prudente de Moraes, onde pode-se notar a presença de caulinita (picos entre 550-600 °C) e gibbsita (picos entre 300-350 °C).

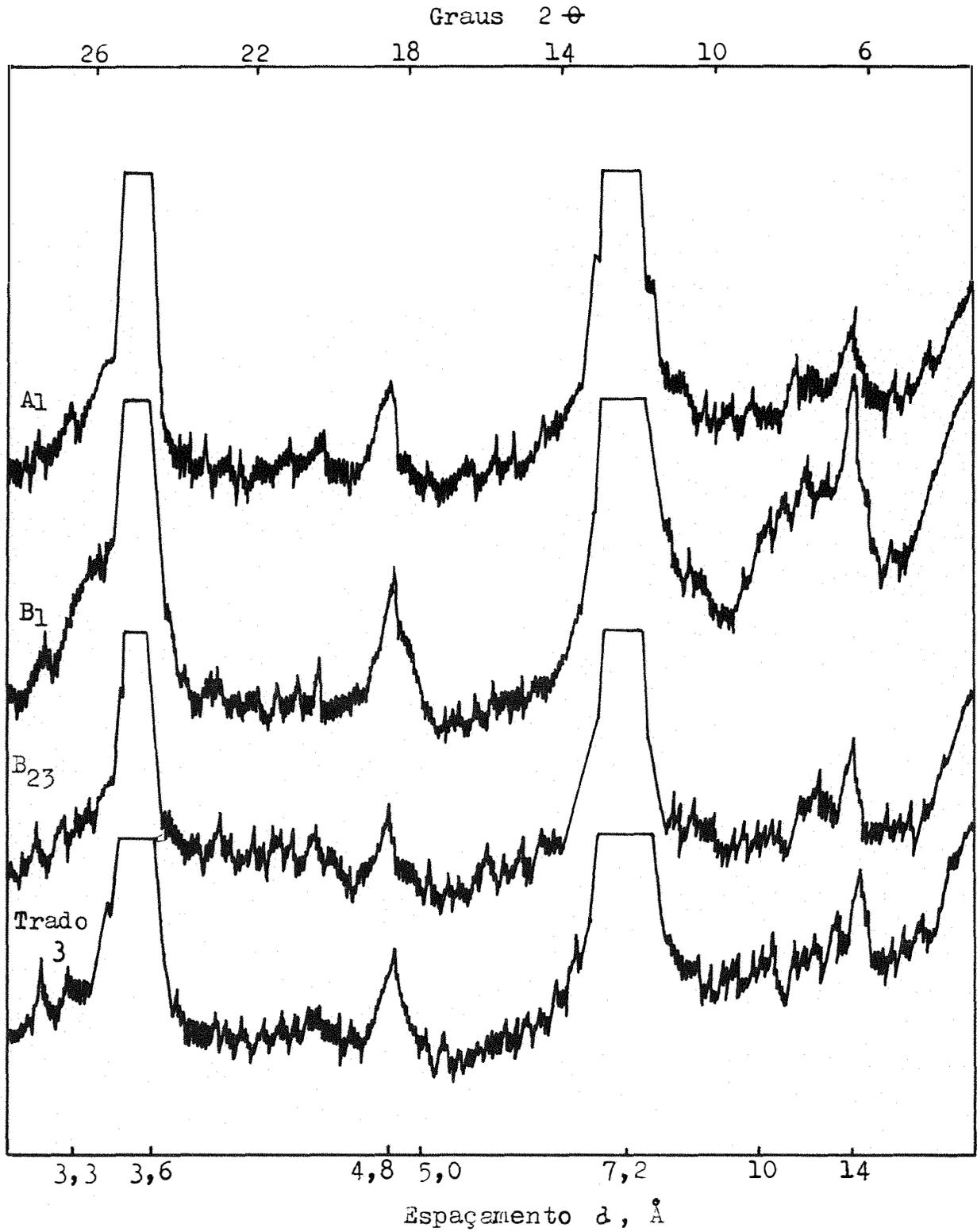


Figura 27 - Difratogramas da fração argila de horizontes do perfil

TF-07

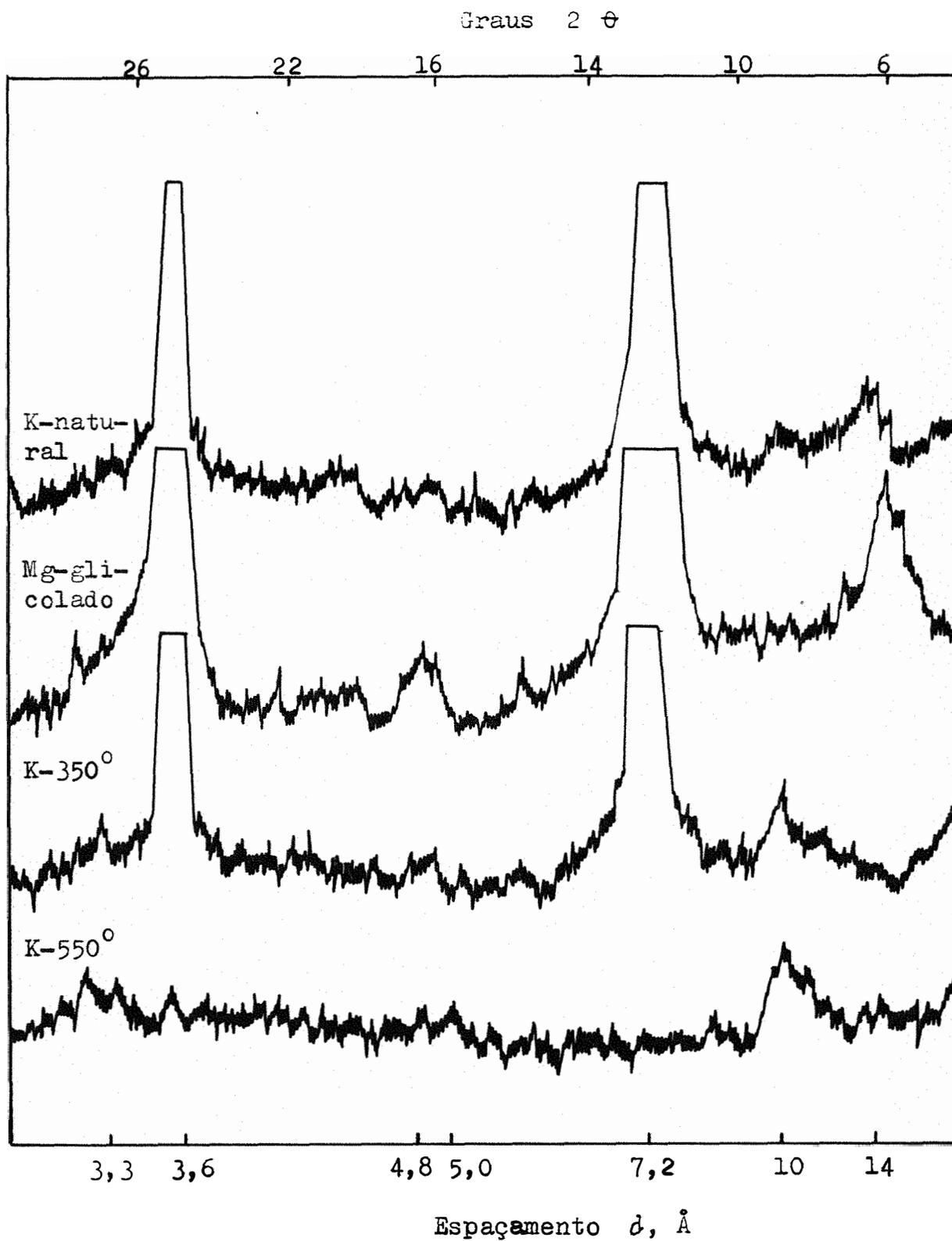


Figura 28 - Difractogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte B₂₃, perfil TF-07.

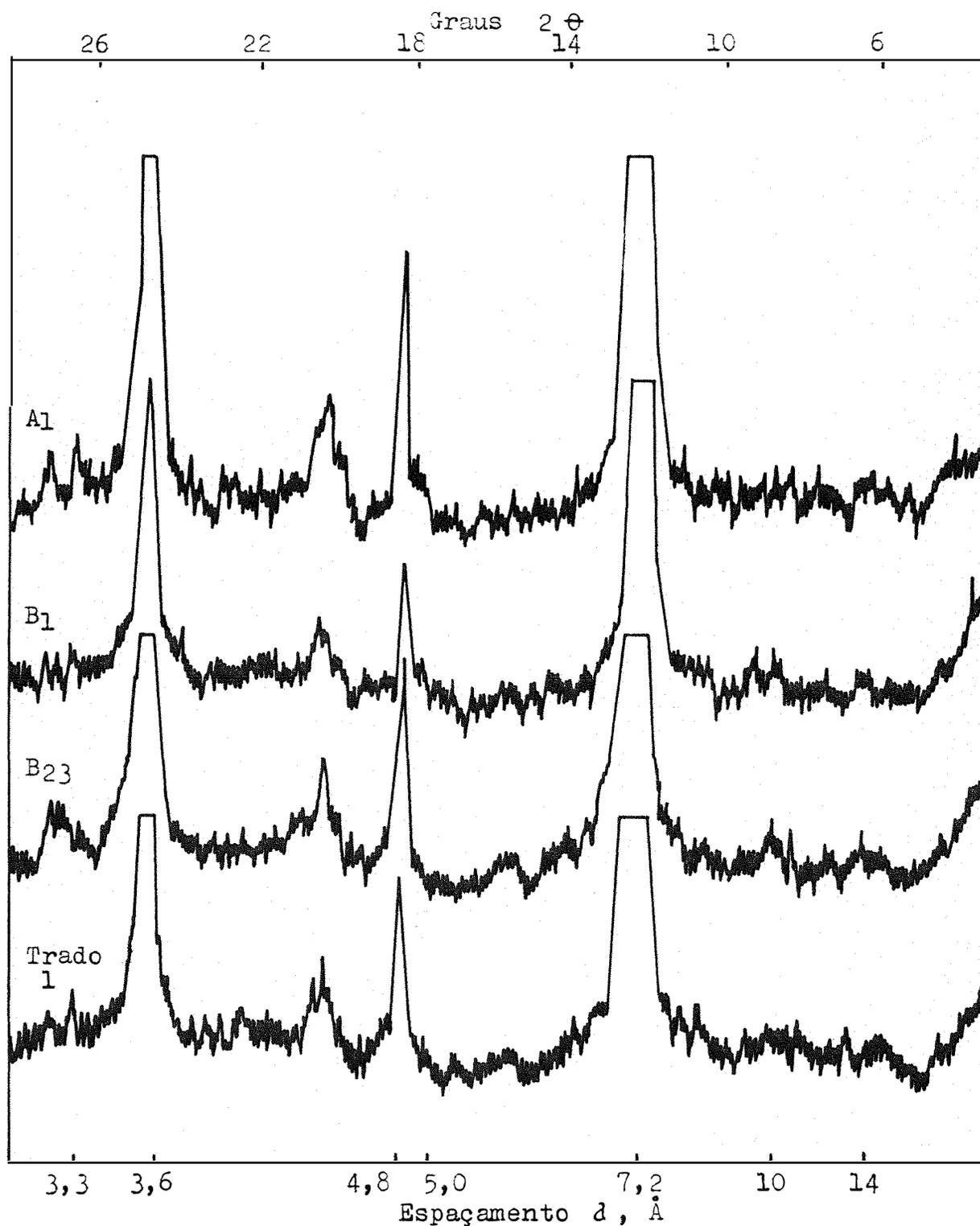


Figura 29 - Difratoigramas da fração argila de horizontes do perfil TF-08 (amostras K-natural).

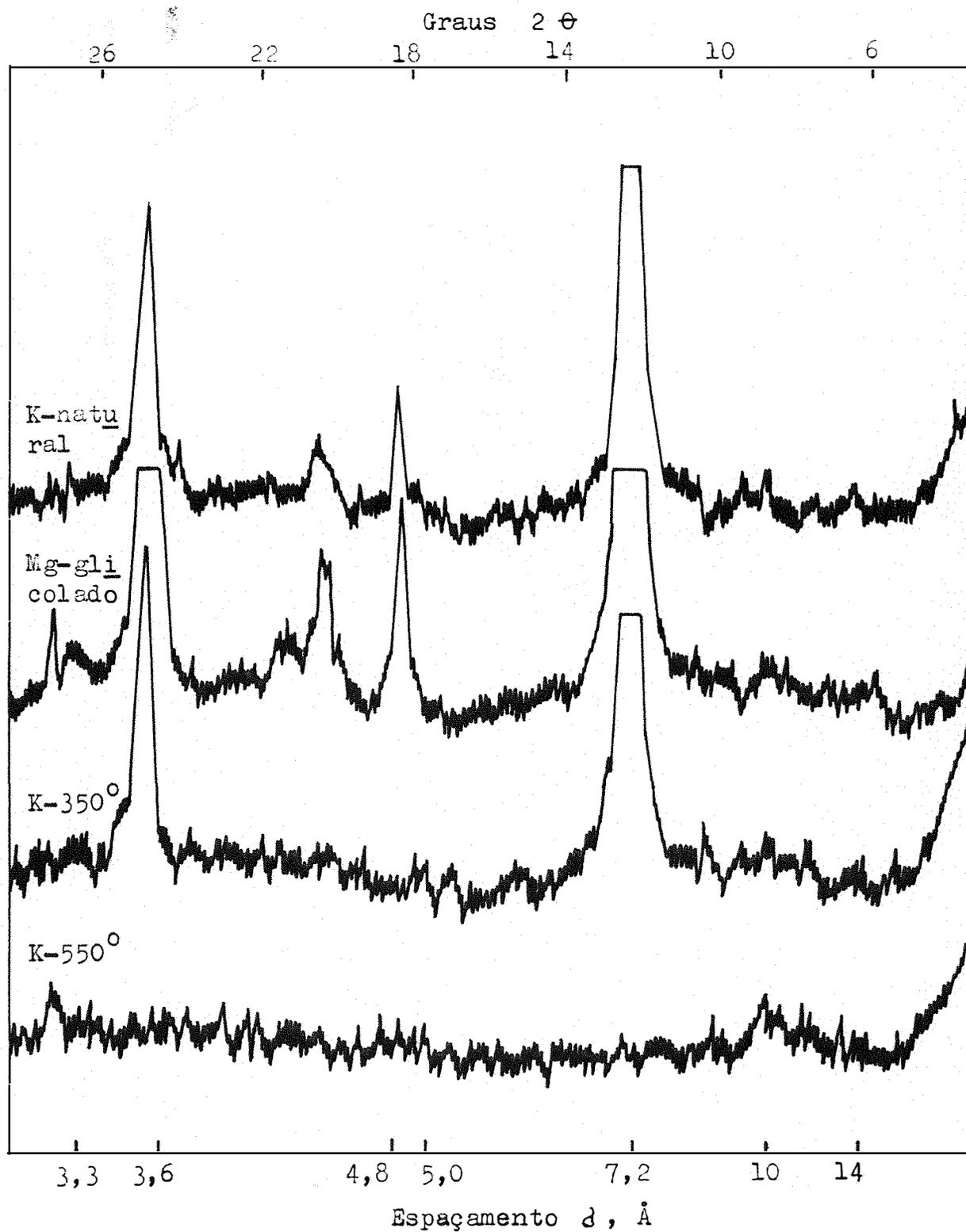


Figura 30 - Difrátogramas da fração argila, com diversos tratamentos, horizonte B₁, perfil TF-08.

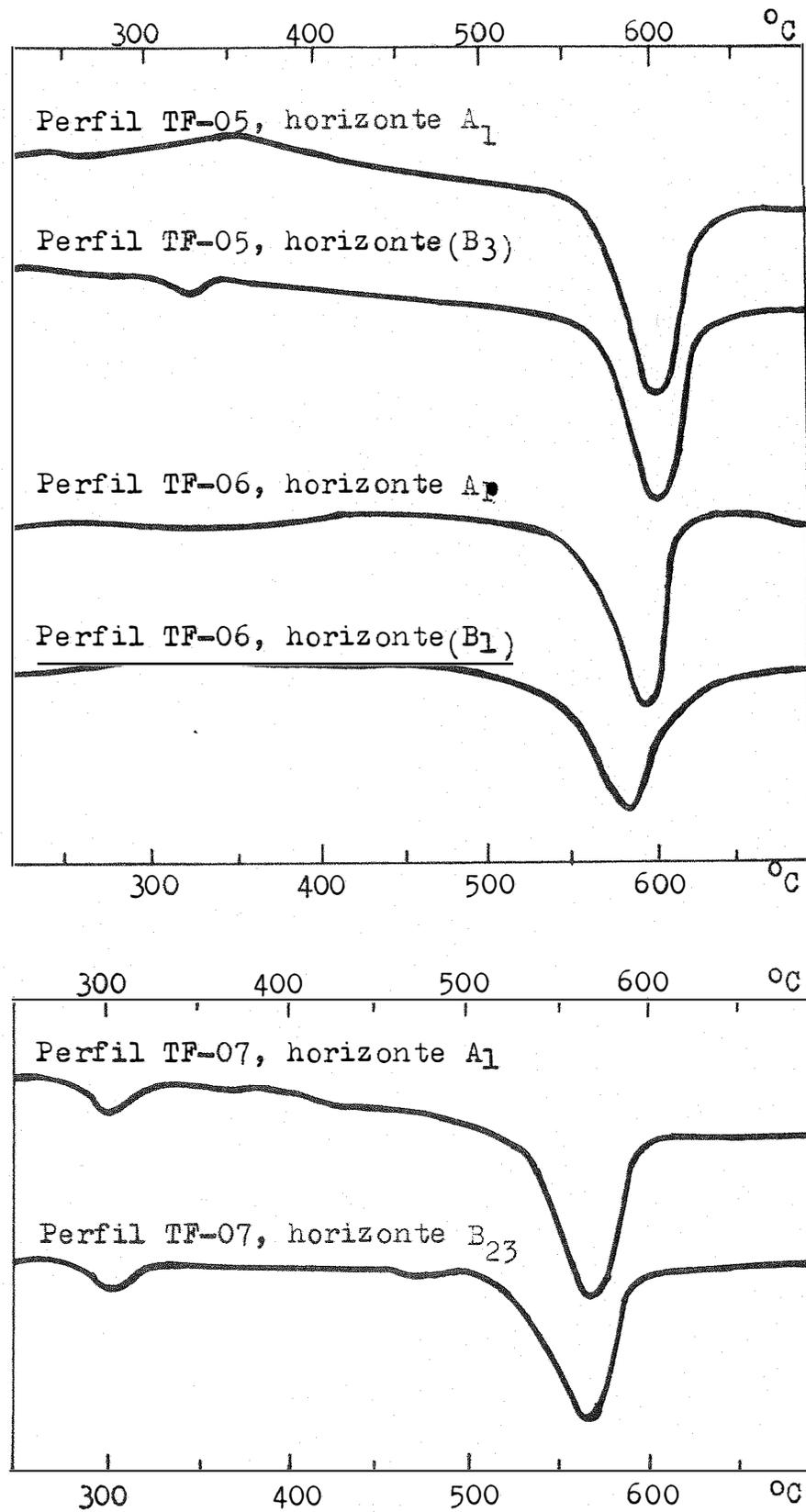


Figura 31 - Termogramas de horizontes dos perfis da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Morais

5.3.2. Análise mineralógica quantitativa da fração argila

5.3.2.1. Catena sobre calcário

Como se pode observar (Quadro 15), no perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical) o mineral predominante na fração argila é a caulinita, cujos teores crescem em profundidade, variando de 50,6 % (Ap) a 68,0 % (IIC₂). A gibbsita somente é encontrada no horizonte A₃ e em pequeno teor (2,5 %). O teor de mica da camada superficial (Ap) é relativamente alto (30,8 %), caindo brusca - mente no horizonte A₃ (11,8 %) a partir do qual aumenta gradativamente em profundidade até 17,8 % (IIC₂). A vermiculita é encontrada em quantidades variando de 21,7 % (Ap) a 9,7 % (IIC₂) e a montmorilonita apresenta teores inferiores a 2,8 %, com excessão do horizonte Ap (7,8 %). O material amorfo sofre pouca variação dentro do perfil TC-01, apresentando teores ao redor de 4,5 %, com um ligeiro aumento no horizonte A₃ (6,5 %).

Verificando-se os resultados da análise mineralógica do perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical), pode-se constatar (Quadro 15), que os maiores teores de vermiculita e mica são encontrados nos horizontes superiores do solo, ocorrendo o inverso com a caulinita. Em se considerando a caulinita como um dos produtos finais de intemperismo (JACKSON et al., 53; JACKSON, 52; BATES, 7), pode-se considerar que a maior intemperização ocorre abaixo do horizonte A₃. Tal fato contradiz a hipótese de JACKSON et al. (53), que

considera a maior intemperização ocorrendo na superfície do solo. Uma possível justificativa para tal fato é o provável retrabalhamento do material de origem dos horizontes superficiais, o que é reforçado pelo elevado teor de cascalho existente nos horizontes A_1 e A_3 . A possível ocorrência de um retrabalhamento do solo em estudo pode justificar o elevado teor de mica no horizonte Ap (30,8 %), bem como o de montmorilonita e vermiculita.

No perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada) também predomina a caulinita, cujos teores são aproximadamente constantes dentro do perfil, apresentando um valor médio de 65,3 %. A mica também varia pouco, apresentando teores entre 8,9 % (IIB_{23}) e 12,5 % (trado 3). A quantidade de vermiculita sofre um ligeiro aumento em profundidade, com valores extremos entre 15 % e 23 %. Os teores de material amorfo variam pouco entre os horizontes do perfil TC-02, apresentando valores extremos de 6,5 % (Ap) e 8,9 % (IIB_{23}).

Assim como nos demais perfis da catena sobre calcário, no perfil TC-03 (Latosol Vermelho Escuro) a caulinita é dominante (Quadro 15), variando de 50,0 % (Ap) a 55,0 % (trado 6). A gibbsita é encontrada neste perfil em teores variando de 12,5 % (B_{12}) a 10,5 % (trado 6). A vermiculita distribui-se irregularmente dentro do perfil, variando de 29,8 % (trado 6) a 11,0 % (trado 3). Os teores de mica, com exceção do horizonte B_{12} (12,5 %), variam de 5,6 % (B_{22}) a 7,7 % (trado 3) os de material amorfo estão entre 3,8 % (B_{22}) e 16,8 % (trado 3).

Os resultados da análise mineralógica do perfil TC-03 permitem verificar que os teores de vermiculita são bastante elevados com relação aos encontrados em solos similares estudados por outros autores, (MONIZ e JACKSON, 62; ANDRADE, 4). Possivelmente tal fato se explique pelos diversos problemas encontrados na determinação deste mineral.

Observando-se conjuntamente os resultados analíticos mineralógicos dos perfis que compõem a catena sobre calcário (Quadro 15), verifica-se que os teores de caulinita são aproximadamente constantes nos perfis TC-01 e TC-02, apresentando um ligeiro decréscimo no perfil TC-03. A gibbsita é encontrada somente no perfil TC-03, o que sugere ser este solo o mais evoluído desta catena e que a gibbsita seja resultante do intemperismo da caulinita.

Os teores de mica nos perfis TC-01 e TC-02 são aproximadamente semelhantes, decrescendo no perfil TC-03. Os teores de vermiculita não variam muito entre os perfis, assim como os de montmorilonita. JUANG e UEHARA (55) citam que a vermiculita e a montmorilonita constituem estágios intermediários da transformação de mica e YALON (87) constatou que, durante o intemperismo de feldspato, havia formação de montmorilonita que dava origem a caulinita como produto final de intemperização.

O elevado teor de vermiculita nos solos da catena sobre calcário não condiz com os valores encontrados em solos tropicais estudados por diversos autores (DEMATTE, 31; MEDEIROS, 60; AVELAR, 5; ANDRA-

Quadro 15 - Resultados da análise mineralógica dos perfis da catena sobre calcário.

Horizontes	Caulinita	Gibbsita	Mica	Vermiculita	Montmorilonita	Material Amorfo	I.M.	Total
<u>Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01)</u>								
Ap	50,6	-	30,8	21,7	7,8	4,6	9,6	115,5
A ₃	58,0	2,5	11,8	12,9	1,4	6,5	9,3	93,1
IIB ₃	65,0	-	15,6	11,4	0,4	4,1	9,2	96,5
IIC ₂	68,0	-	17,8	9,7	2,8	4,4	9,3	102,7
<u>Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)</u>								
Ap	62,0	-	11,5	17,1	-	6,5	9,3	97,1
IIB ₂₁	65,0	-	11,0	15,9	1,1	7,7	9,3	100,7
IIB ₂₃	68,0	-	8,9	19,7	3,5	8,9	9,3	109,0
Trado 1	65,0	-	12,0	23,0	6,5	7,2	9,2	113,7
Trado 2	66,6	-	12,5	15,0	5,4	7,0	9,4	106,5
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03)</u>								
Ap	50,0	11,0	7,1	24,8	1,1	9,9	9,4	103,9
B ₁₂	50,0	12,5	12,5	18,0	-	5,9	9,5	98,9
B ₂₂	55,5	11,4	5,6	19,6	-	3,8	9,5	95,9
Trado 3	54,0	10,7	7,7	11,0	3,9	16,8	9,6	104,1
Trado 6	55,0	10,5	6,3	29,8	-	13,0	9,3	114,6

I.M. = Índice de intemperismo médio.

DE, 4; MONIZ e JACKSON, 62), por serem muito elevados. Tal fato pode ser atribuído à determinação de vermiculita onde foram encontrados diversos problemas.

Os valores obtidos para o índice de intemperismo médio (Quadro 15) são bastante semelhantes para todos os perfis, tornando difícil sua utilização para se determinar qual o solo mais evoluído. Este fato se deve provavelmente à precariedade nas determinações de alguns dos componentes mineralógicos, como por exemplo a vermiculita. Entretanto, a presença de gibbsita no Latossol Vermelho Escuro, permite que se considere este solo como o mais evoluído da catena sobre calcário.

Através dos resultados mineralógicos obtidos (Quadro 15) poderia ser sugerida a seguinte sequência de intemperismo:

mica → vermiculita → caulinita → gibbsita.

5.3.2.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro

Os resultados mineralógicos quantitativos dos solos que constituem a catena sobre folhelho da região do Barreiro, estão agrupados no Quadro 16.

O perfil TF-01 (Litossol-fase substrato folhelho) apresenta a caulinita como o mineral predominante na fração argila do solo. Seu teor decresce em profundidade, sendo os valores extremos 75 % (Ap) e 56 % (C₃). Neste perfil, a quantidade de mica é relativamente baixa no

horizonte Ap (18,2 %), enquanto que nos outros horizontes é superior a 30 %. Os teores de vermiculita estão em torno de 8 %, sofrendo apenas um ligeiro decréscimo no horizonte C₃ (6,3 %). Ao contrário da vermiculita, a quantidade de montmorilonita apresenta valores entre 6,5% (Ap) e 4,1 (C₂), aumentando no horizonte C₃ para 11,4 %. O material amorfo varia pouco dentro do perfil TF-01, com teores extremos de 5,4 % (Ap) e 3,6 % (C₂).

No Quadro 16, pode-se observar que o perfil TF-02 (Litossol-fase substrato folhelho) também apresenta teores de caulinita predominando na fração argila e seus valores variam de 52 % (A) a 40 % (C). Os teores extremos de mica são 9,5 % (A) e 35,5 % (C), enquanto que os de vermiculita são 22 % (A) e 14 % (C) e os de montmorilonita, 7,4 % (A) e 4,3 % (C). O material amorfo apresenta um ligeiro aumento no seu teor, do horizonte A (8,6 %) para o C (12 %).

Os teores de caulinita nos Litossóis-fase substrato folhelho (perfis TF-01 e TF-02) são bastante elevados com relação ao máximo de 24 % encontrado por outros autores (DEMATTE, 31; QUEIROZ NETO, 68) para solos similares. O elevado teor de caulinita encontrado, possivelmente se deve ao fato de que o material original do solo estudado, era rico nesse mineral. De fato, uma análise de amostra do folhelho, a partir do qual desenvolveram-se estes solos, revelou um teor de 36 % de caulinita.

Nesses solos, toda a mica é provavelmente herdada da rocha

original, que possui cerca de 42 % desse mineral, a partir do qual teriam se formado a vermiculita e parte da caulinita. É de se notar que os teores de vermiculita aumentam com o decréscimo de mica, fato mais evidente no perfil TF-02, sugerindo a sequência mica → vermiculita. Tal sequência está de acordo com a sequência de intemperismo da fração argila dos solos (JACKSON et al., 53; JUANG e UEHARA, 55; VILLIERS, 82).

No perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar) a caulinita tambem predomina, e seus valores variam de 46,2 % (C_1) a 53,1 % (A). Os valores de mica são relativamente constantes no perfil, apresentando um teor em torno de 35 %. Também os teores de vermiculita e material amorfo são praticamente constantes, com valores em torno de 17,0 % e 11,6 %, respectivamente. A montmorilonita é encontrada em pequena quantidade nos horizontes A (5,8 %) e IIC₂ (3,8 %).

A ocorrência de gibbsita em profundidade (Quadro 16), contrariando a sequência de evolução dos horizontes (JACKSON, et al., 53) poderia ser um indício de retrabalhamento do material original do solo. Contudo, a quantidade encontrada é muito reduzida para se fazer melhor avaliação, mesmo porque não se correlaciona com os teores de outros minerais.

O perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro), assim como os de mais solos da catena, apresenta os teores de caulinita predominantes,

os quais crescem em profundidade, com valores variando de 35,5 % (B_{21}) a 50,5 % (trado 3). Quanto aos teores de gibbsita, apesar do valor relativamente baixo no horizonte A_1 (17,5 %), a partir do horizonte B_{21} (25 %) decrescem gradativamente em profundidade até alcançar 17,7 % (trado 3). Os teores de mica sofrem pequenas variações dentro do perfil, cujos extremos são 18,4 % (B_{21}) e 23,9 % (B_{23}), enquanto que a montmorilonita varia de 9,5 % (trado 1) a 3,8 % (trado 3) e o material amorfo de 7,2 % (A_1 e B_{21}) a 5,3 % (trado 1).

O perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro) apresenta teores de caulinita mais elevados e de gibbsita mais baixos do que aqueles encontrados por MONIZ e JACKSON (62), para solos similares, evidenciando que o solo em estudo atingiu menor grau de evolução.

Fazendo-se uma análise global dos resultados mineralógicos dos solos da catena sobre folhelho da região do Barreiro, pode-se constatar que os índices de intemperismo médio, como nos casos anteriores, revelaram ser insuficientes para avaliar o grau de intemperismo relativo dos solos da catena. Reconhecendo-se a gibbsita como estágio final de intemperismo (JACKSON et al., 73; BATES, 7; VILLIERS, 82), a sua presença no Latossol Vermelho Escuro indica o maior grau de evolução deste solo com relação aos demais.

Quadro 16 - Resultados da análise mineralógica dos perfis da catena sobre folhelho da Região do Barreiro.

Horizontes	Caulinita	Gibbsita	Mica	Vermiculita	Montmorilonita	Material Amorfo	I.M.	Total
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01)</u>								
Ap	75,0	-	18,2	8,0	6,5	5,4	9,3	113,1
C ₂	70,0	-	30,0	8,2	4,1	3,6	8,9	115,9
C ₃	56,0	-	34,1	6,3	11,3	3,9	8,8	111,6
<u>Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02)</u>								
A	52,0	-	9,5	22,0	7,4	8,6	9,1	99,5
C	40,0	-	35,5	14,0	4,3	12,0	9,1	100,8
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-03)</u>								
A	53,1	-	34,3	17,0	5,8	11,6	8,8	121,8
C ₁	46,2	-	36,9	17,0	-	11,9	8,9	104,0
IIC ₂	47,5	2,2	34,0	18,0	3,8	11,5	9,6	117,0
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-04)</u>								
A ₁	38,5	17,5	21,4	21,3	-	7,2	8,9	105,9
B ₂₁	35,5	25,0	18,4	23,6	5,5	7,2	7,9	115,2
B ₂₃	48,5	25,0	23,9	12,8	6,6	6,8	10,1	123,6
Trado 1	45,5	23,5	20,3	16,6	9,5	5,3	9,1	120,7
Trado 3	50,5	17,5	23,6	13,0	3,8	6,5	9,2	114,7

I.M. = Índice de intemperismo médio.

5.3.2.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Morais

Os resultados da análise mineralógica dos solos da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Morais, estão agrupados no Quadro 17.

O perfil TF-05 (Solo Bruno Ácido, similar) apresenta teores de caulinita elevados, cujos valores extremos são 69,0 % (B_3) e 44,5 % (IIC_3). Os teores de mica são altos e decrescem em profundidade, com excessão do horizonte (B_3) (18,7 %). A montmorilonita apresenta valor elevado no horizonte A_1 (19,9 %), enquanto que nos demais horizontes varia entre 7,7 % (B_2) e 4,3 % (IIC_3). A quantidade de material amorfo varia pouco dentro do perfil, com teores próximos de 8 %, a excessão dos horizontes (B_3) (4,8 %) e IIC_3 (10,0 %).

Observando-se os resultados analíticos do perfil TF-05 (Quadro 17) constata-se que o teor de caulinita no horizonte A_1 é inferior ao do horizonte (B_2), o mesmo ocorrendo com o de vermiculita; em contraposição, o de montmorilonita é maior. A distribuição irregular apresentada pelo horizonte A_1 com relação aos demais horizontes, pode ser atribuída à possivelmente diferente origem do horizonte superficial, que é corroborada pela presença de cascalho abundante neste horizonte bem como pela diferente distribuição das frações granulométricas no horizonte A_1 . Esta suposição é ainda reforçada pela presença de gibbsita

nos horizontes (B_2) e (B_3), que indica maior grau de intemperização desses horizontes em relação ao horizonte A_1 , contrariando o que fora preconizado por JACKSON et al. (52). Observando-se os teores de mica, caulinita e vermiculita, pode-se constatar que existe uma certa correlação entre eles, ou seja, os teores de caulinita e vermiculita aumentam com a diminuição de mica. Tal fato parece sugerir que, neste solo, ocorre uma intemperização da mica em vermiculita e desta em caulinita, de acordo com a sequência de intemperismo de JACKSON et al. (53).

No perfil TF-06 (Solo Bruno Ácido, similar) observa-se que os teores de caulinita são similares até o horizonte (B_3), com valores entre 56 % (B_1) e 65 % (A_p); a partir do horizonte (B_3) ocorre um decréscimo brusco, apresentando valores em torno de 44 %. O teor de mica no horizonte A_p é 7,7%, sofrendo um aumento acentuado no horizonte (B_1) (32 %), a partir do qual os valores decrescem em profundidade, até 19,5 % (C_{12}). Os teores de vermiculita aumentam à medida que se aprofunda no solo, apresentando valores compreendidos entre 3,5 % (A_p) e 17,5% (C_{11}). Os teores de montmorilonita não variam muito dentro do perfil, apresentando valores entre 4,0 % (A_p) e 6,3 % (C_{11}). O material amorfo é encontrado com valores em torno de 6 %, sofrendo um ligeiro aumento no horizonte C_{12} (11 %). Não foi constatada presença de gibbsita neste perfil.

Como se pode observar (Quadro 17), os teores de caulinita são maiores nos horizontes acima do C_{11} , o que poderia indicar um maior grau

de intemperização destes horizontes. A partir do horizonte (B_1) pode-se verificar que os teores de mica diminuem em profundidade, enquanto que os de vermiculita aumentam, o que poderia ser atribuído à transformação sofrida pela mica em vermiculita.

O perfil TF-07 (Latossol Vermelho Escuro) apresenta a caulinita como o mineral predominante na fração argila do solo. Seus teores não variam muito a partir do horizonte B_1 (entre 57,5 % e 61,5%), sendo, contudo, inferior no horizonte A_1 (51 %). A gibbsita é encontrada em teores baixos, em torno de 4,0 %. A quantidade de mica no perfil varia de 6,3 % a 9,2 % com exceção do horizonte A_1 , onde aumenta para 17,2 %. A vermiculita distribui-se irregularmente no solo com teores entre 5,5 % (trado 2) e 14,8 % (B_{23}), o mesmo acontecendo com o material amorfo, cujos teores variam de 3 % (trado 2) a 7,2 % (A_1). A quantidade de montmorilonita é em torno de 4,2 % com exceção do horizonte B_1 , onde é de 18,2 %.

Como se pode verificar no Quadro 17, os teores dos minerais no perfil TF-07 (Latossol Vermelho Escuro) distribuem-se irregularmente dentro do perfil, não sofrendo grandes variações. Esta distribuição irregular de minerais de argila em perfis de Latossóis tem sido constatada por diversos autores, dentre eles AVELAR (5), o qual atribuiu-a à presença de uma descontinuidade litológica.

No perfil TF-08 (Latossol Vermelho Escuro), os teores de caulinita são aproximadamente constantes, variando de 46,5 % (trado 1) a

50,5 % (A_1 e trado 2). Os teores de gibbsita são mais altos nos horizontes superiores ao B_{23} , nos quais variam de 25 % (A_1) a 32 % (B_{23}); a partir deste último, os valores decrescem rapidamente, variando entre 17,5 % (trado 1) e 12,0 % (trado 2). Os valores de mica variam pouco, apresentando teores entre 7,7 % (trado 1) e 4,9 % (trado 2), o mesmo acontecendo com os de vermiculita, cujos extremos são 12 % (trado 2) e 15,1 % (B_{23}). Os teores de montmorilonita são inferiores a 2,1 % e os de material amorfo variam de 9,5 % (trado 2) a 5,3 % (trado 1).

No Quadro 17, pode-se observar ainda que os teores dos minerais que constituem a fração argila do perfil TF-08 (Latossol Vermelho Escuro) variam pouco dentro do perfil; entretanto, permitem sugerir a sequência mica, vermiculita, caulinita e gibbsita proposta por JACKSON et al. (53) como válida para o perfil.

Fazendo-se uma apreciação global dos teores mineralógicos da fração argila dos perfis da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes (Quadro 17), pode-se observar que os teores de caulinita são relativamente semelhantes nos perfis TF-05, TF-06 e TF-07, sofrendo um ligeiro decréscimo no perfil TF-08, enquanto que os teores de gibbsita são encontrados apenas nos perfis TF-07 e TF-08, sendo maior no TF-08. De acordo com JACKSON et al. (53), tal fato sugere, que o perfil TF-08 é o mais intemperizado da catena. Os teores de mica relativamente baixos destes perfis de Latossóis (TF-07 e TF-08) corrobora

Quadro 17 - Resultados da análise mineralógica dos perfis da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes.

Horizontes	Caulinita	Gibbsita	Mica	Vermiculita	Montmorilonita	Material Amorfo	I.M.	Total
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-05)</u>								
A ₁	51,0	-	27,7	4,2	19,9	8,0	8,5	110,8
(B ₂)	61,0	0,8	28,6	6,6	7,7	8,5	9,1	113,0
(B ₃)	69,0	0,9	18,7	10,1	5,7	4,8	9,1	109,2
IIC ₂	65,0	-	34,9	7,0	-	8,0	8,9	114,9
IIC ₃	44,5	-	40,0	7,6	4,3	10,0	8,7	106,4
<u>Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06)</u>								
Ap	65,0	-	7,7	3,5	4,0	6,3	9,6	86,5
(B ₁)	56,0	-	32,0	4,7	5,1	6,3	8,9	104,1
(B ₃)	60,5	-	33,0	15,0	4,2	6,1	8,9	118,3
C ₁₁	44,0	-	25,5	17,5	6,3	5,3	8,8	98,6
C ₁₂	44,5	-	19,5	15,7	-	11,0	9,0	90,7
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-07)</u>								
A ₁	51,0	3,5	17,2	7,2	3,5	7,2	9,2	89,6
B ₁	57,5	5,0	6,3	12,2	18,2	5,8	9,4	105,0
B ₂₃	61,0	3,5	6,9	14,8	4,6	3,7	9,4	94,5
Trado 2	61,5	3,5	7,7	5,5	4,6	3,0	9,6	85,8
Trado 3	61,0	4,7	9,2	16,0	0,4	5,8	9,4	97,1
<u>Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-08)</u>								
A ₁	50,5	25,0	5,6	14,0	-	7,2	9,8	102,3
B ₁	54,0	31,0	6,3	15,0	1,5	7,2	9,8	115,0
B ₂₃	47,7	32,0	6,2	15,1	0,6	6,5	9,8	108,1
Trado 1	46,5	17,5	7,7	12,0	0,5	5,3	9,7	89,5
Trado 2	50,5	12,0	4,9	12,0	2,1	9,5	9,7	91,0

I.M. = Índice de intemperismo médio.

ram a suposição de serem os mesmos os mais intemperizados. Os teores de vermiculita são aproximadamente constantes dentro dos perfis, com uma ligeira tendência de serem maiores nos Latossóis. Também aqui, a exemplo do que acontece com a catena sobre calcário, os teores de vermiculita obtidos são bem superiores aos encontrados por outros autores (MONIZ e JACKSON, 62; ANDRADE, 5) e as mesmas considerações são válidas.

Os resultados mineralógicos, da fração argila dos solos da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes não apresentam claramente uma distribuição que permita estabelecer uma sequência de intemperismo. Contudo, as poucas variações apresentadas sugerem a sequência de intemperismo: Mica → Vermiculita → Caulinita → Gibbsita, como a mais viável para os solos desta catena.

5.4. Análise micromorfológica

A análise micromorfológica ficou restrita à identificação de cutans e minerais alteráveis, uma vez que a finalidade era apenas de auxiliar na classificação dos solos.

O perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical) e o perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada), são os únicos que possuem maiores quantidades de cutans, o que vem confirmar a presença de horizonte argílico nestes perfis. O Solo Mediterrânico Ver

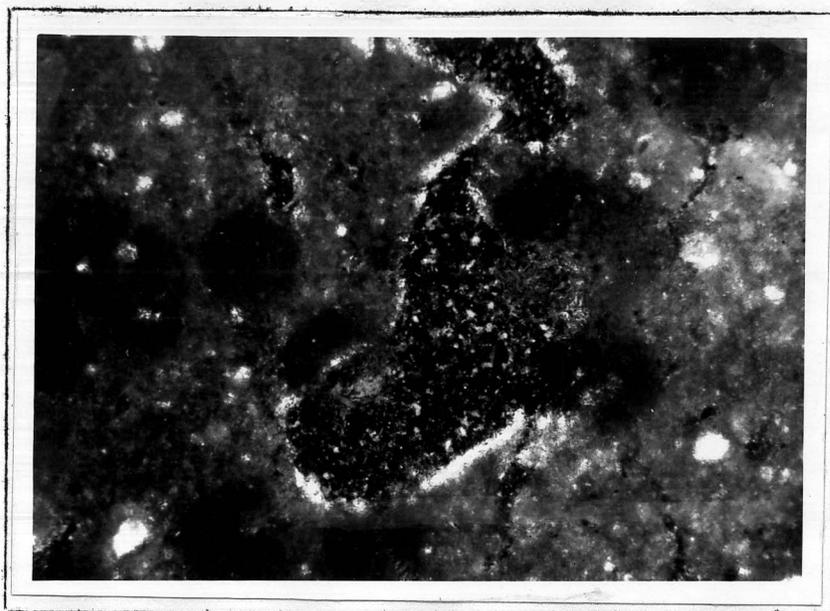
melho Amarelo (equivalente tropical) apresenta menor quantidade de cutans que a Terra Roxa Estruturada, o que se justifica pela maior iluviação de argila no perfil de Terra Roxa Estruturada. Os cutans encontrados nestes solos são delgados, fortemente orientados e descontínuos (Figura 32). A presença de cutans, delgado e pouco, em Terra Roxa Estruturada, foi também constatada por FALCI (41). A descontinuidade dos cutans pode ser atribuída à imperfeição na impregnação das amostras. Por ter sido utilizado acrílico de lenta polimerização, as amostras permaneceram dentro do estado líquido por alguns dias, o que poderia provocar rompimento dos agregados do solo.

Os demais solos, inclusive os Latossóis, também apresentaram cutans, entretanto em pequena quantidade, os quais eram muito delgados, fortemente orientados e muito descontínuos. (Figura 33a).

Nos Solos Bruno Ácidos (similar) foi constatado no horizonte (B), presença relativamente abundante de fragmentos de folhelho em fase de alteração (Figura 33b). A presença destes materiais alteráveis, em quantidade abundante, vem confirmar a existência de horizonte câmbico nestes solos.

Verificou-se ainda que os Latossóis Vermelho Escuro eram os solos de maior porosidade e que, de um modo geral, os grânulos minerais constatados nos solos são predominantemente constituídos de quartzo.

(a)



(b)

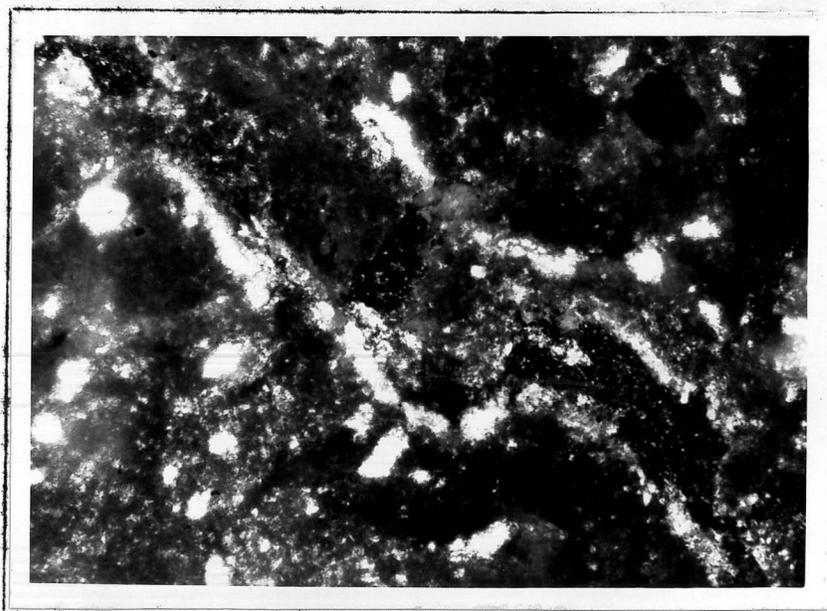
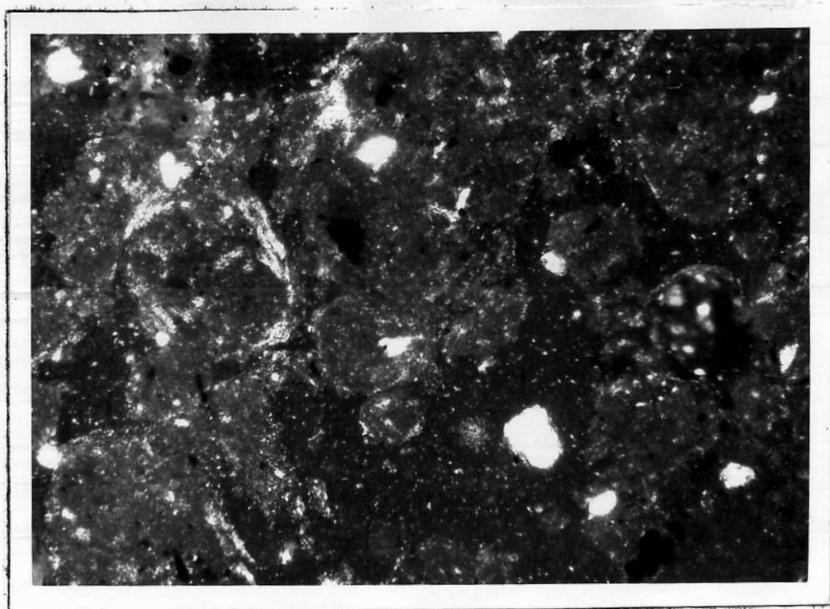


Figura 32 - Fotografias obtidas no microscópio de luz polarizada de lâminas orientadas de horizontes B dos perfis: a) Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical), b) Terra Roxa Estruturada.

(a)



(b)

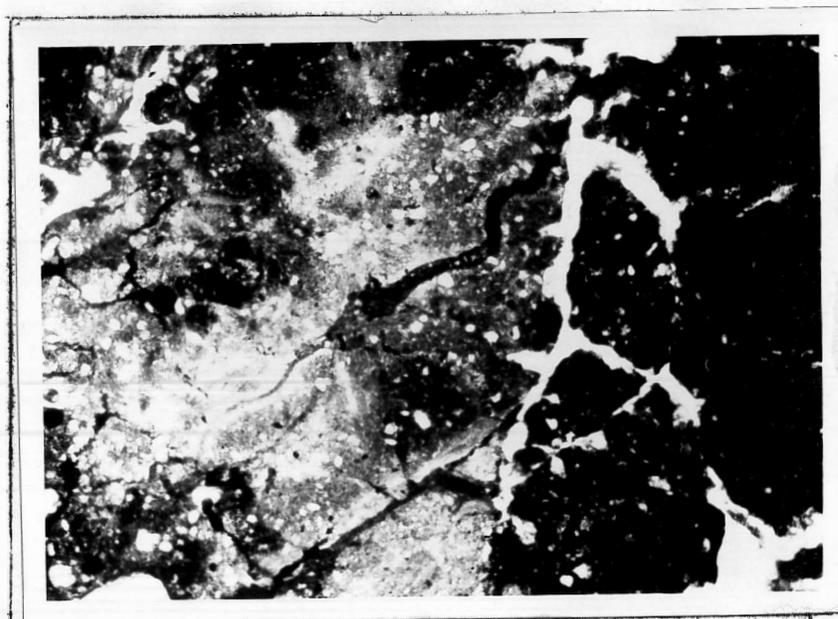


Figura 33 - Fotografias obtidas no microscópio de luz polarizada de lâminas orientadas de horizontes B dos perfis: a) Latossol Vermelho Escuro, b) Solo Bruno Ácido (similar), sem nicol cruzado.

5.5. Considerações gerais

Milne (RUHE, 70), estudando uma catena de solos na África, verificou que, à medida que se aproximava da parte mais baixa, encontravam-se frações mais finas. RUHE (70), considerou que as diferenças entre os solos da catena eram devidas, além do transporte diferencial de material, à lixiviação, translocação e redeposição de constituintes químicos móveis, fatores estes propiciados pelas condições de drenagem. Por conseguinte, Milne enfatizou que a história fisiográfica e a evolução geomorfológica da encosta estão intimamente envolvidas pelo conceito de catena.

5.5.1. Catena sobre calcário

Verificando-se a distribuição das frações granulométricas nos perfis dos solos da catena sobre calcário, pode-se observar que os teores de areia grossa nos horizontes superficiais do Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) e da Terra Roxa Estruturada, são semelhantes aos teores encontrados no perfil de Latossol Vermelho Escuro (Quadro 6). Tal fato sugere um transporte de material, das partes mais elevadas para as mais baixas da catena. Por outro lado, pode-se ainda constatar que os teores de silte diminuem no sentido da parte mais elevada para a mais baixa da encosta, enquanto que os de argila aumentam. A distribuição granulométrica constatada por Milne (RUHE, 70) foi tal que, a partir do pedimento de sopé no sentido do aluvião, os teores

das frações mais finas aumentavam e na posição de terras altas encontravam-se solos pouco desenvolvidos e rasos, com afloramento de rochas.

A distribuição granulométrica dos solos desta catena, a presença de afloramento calcário na parte mais elevada e por encontrar-se o solo mais evoluído, na parte mais baixa, são indícios que permitem considerar que os solos da catena sobre calcário estão distribuídos na paisagem segundo uma catena de Milne. De acordo com as partes de uma catena de Milne, os solos estão assim localizados: Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) na posição de terra alta; Terra Roxa Estruturada, na posição de pedimento de encosta e o Latossol Vermelho Escuro na de pedimento de sopé.

Através da constatação, feita em cortes de estrada, da presença de linhas de seixos, pode-se sugerir que os mecanismos de transporte atuaram na formação dos diferentes solos da catena, pois Milne (WATSON, 85) incluiu a erosão normal como fator participante da formação da catena e considerou ainda que a presença de linha de seixos indicava transporte e deposição de material erodido na catena.

Através dos resultados mineralógicos pode-se constatar que o solo mais desenvolvido é o Latossol Vermelho Escuro, enquanto que entre o Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) e a Terra Roxa Estruturada não se pode estipular o mais evoluído. Tal fato comprova que os solos da catena sobre folhelho estão distribuídos segundo o conceito de catena de Milne, pois RUHE (70) constatou que numa

catena de Milne havia um aumento de intemperização dos solos no sentido do pedimento para o aluvião. O maior grau de intemperização do Latossol Vermelho Escuro se deve, provavelmente, à sua posição na paisagem onde há melhores condições de drenagem, lixiviação e translocação de constituintes, o que se verifica pela menor quantidade de bases deste solo; condições essas que RUHE (70) cita serem responsáveis pelos diferentes solos de uma catena.

5.5.2. Catena sobre folhelho da Região do Barreiro

Os solos que compõem a catena sobre folhelho da Região do Barreiro estão também distribuídos na paisagem segundo uma catena de Milne (RUHE, 70). Na posição de terras altas encontram-se os Litossóis-fase substrato folhelho; na posição de pedimento de encosta, o Solo Bruno Ácido (similar) e, na posição de pedimento de sopé, o Latossol Vermelho Escuro.

Os perfis TF-01 e TF-02, ambos agrupados como Litossol-fase substrato folhelho, embora situados em áreas mais elevadas, apresentam algumas características diferentes. O perfil TF-01 é mais profundo e com teores de caulinita maiores, o que sugere ser este solo mais evoluído que o perfil TF-02. Tal fato provavelmente se deva às diferentes posições ocupadas pelos mesmos na paisagem. Assim, o perfil TF-01 localiza-se na borda de platô onde o relevo mais plano favorece a maior ação de água no perfil. O perfil TF-02 localiza-se onde o relevo é mais dissecado, havendo grande deflúvio, provocando com isto maior erosão e me-

nor atividade de água no perfil. Tal ocorrência está de acordo com a teoria de BUSHNELL (19) que considera as condições hidrológicas como fatores responsáveis pela evolução dos solos numa catena, chegando mesmo Morison (WATSON, 85) a estabelecer uma divisão baseando-se nestas condições.

No perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar) a distribuição irregular de areia, com teores mais elevados nos dois primeiros horizontes e a presença de gibbsita no horizonte IIC₂, de acordo com LOBO(58), são indícios que sugerem retrabalhamento no material original, provavelmente por coluvionamento. Por outro lado, a posição do perfil no relevo, juntamente com a existência de linha de seixos constatada em cortes das estradas, reforçam a suposição de que o transporte de material erodido tenha contribuído para a formação do solo.

Também o perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro), situado na parte mais baixa da catena, parece ter sido originado de material retrabalhado, em face da presença de cascalho muito fino nos três primeiros horizontes.

Examinando os resultados analíticos dos solos que compõem a catena sobre folhelho da Região do Barreiro, observa-se que os teores de argila aumentam no sentido do Litossol-fase substrato folhelho para o Latossol Vermelho Escuro, o mesmo acontecendo com a evolução dos solos. Tais fatos reforçam a idéia da distribuição dos solos na paisagem segundo uma catena de Milne pois, segundo RUHE (70), numa catena de Milne as frações mais finas encontram-se na parte mais baixa, consta -

tando ainda que os solos mais intemperizados são também encontrados na parte mais baixa.

5.5.3. Catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes

Os perfis que se desenvolveram a partir de folhelho da Região de Prudente de Moraes, também se distribuem na paisagem segundo uma catena, de acordo com o conceito de Milne (RUHE, 70). Foram os mesmos assim distribuídos: na posição de pedimento de encosta encontram-se os perfis TF-05 e TF-06; na posição de pedimento de sopé, os perfis TF-07 e TF-08.

Os perfis TF-05 e TF-06 (Solos Bruno Ácidos, similar) foram considerados ocupando a posição de pedimento de encosta por serem os solos menos evoluídos da catena; contudo, não são solos de muito baixo grau de evolução, devido ao elevado teor de caulinita, o que os exclui da posição de terras altas, de acordo com o conceito de Milne (RUHE, 70).

O Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-05) poderia ser considerado ocupando a posição de terras altas por estar situado no topo de uma elevação. Contudo, não foi assim considerado por ser um solo que apresenta um determinado grau de evolução e tenha possivelmente, se originado de um material retrabalhado por apresentar elevado teor de cascalho nos horizontes superficiais e uma distribuição irregular de areia no perfil (Quadro 8); fato que concorda com as observações de Milne (RUHE, 70).

Os perfis TF-06 e TF-07 (Latossóis Vermelho Escuro), considerando o teor de gibbsita, representam solos mais evoluídos que os anteriores, o que permite agrupá-los como componentes da posição de pedimento de sopé.

Apreciando conjuntamente as características dos perfis da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes, constata-se que, à medida que se afasta da posição de pedimento de encosta para a de aluvião, os solos tornam-se mais evoluídos. Tal ocorrência pode ser comprovada ao se considerar o teor de argila, assim como o de gibbsita, que aumenta no sentido considerado. Tal fato reforça a distribuição na paisagem segundo uma catena de Milne, porquanto RUHE (70) constatou que, numa catena de Milne, as frações mais finas aumentam no sentido da posição de aluvião, o mesmo sucedendo com o grau de evolução destes solos. Tal fato também foi constatado por BUSHNELL (19), que o atribuiu às diferentes condições hidrológicas dos solos.

5.6. Classificação dos solos

A classificação dos solos em estudo foi feita, tentativamente, a nível de família utilizando-se a recente classificação americana cujos critérios foram estabelecidos pelo SOIL SURVEY STAFF em 1967(75). Além da 7ª Aproximação, foram usadas as classificações de BENNEMA e CARMARGO (9) e a Americana de 1949 (THORP e SMITH, 80). As características dos solos das quais se lançou mão para a classificação, foram as

químicas, físicas, mineralógicas, morfológicas e climáticas.

Para classificar os solos nas diversas categorias, foram considerados os seguintes critérios:

- Secção de controle:

- a. para o Litossol-fase substrato folhelho representado pelo perfil TF-02, foi considerada como secção de controle a porção do solo que vai desde a superfície até o contato paralítico, devido a sua espessura ser inferior a 35 cm;
- b. para o Litossol-fase substrato folhelho referente ao perfil TC-01, a secção de controle vai de 25 cm da superfície até o contato com o folhelho por apresentar espessura superior a 35 cm e não ser mais profundo que 1 metro;
- c. para os demais solos considerou-se como secção de controle a parte do perfil compreendida entre 25 cm da superfície até 100 cm.

- Classe textural:

Com base no teor de argila, os solos foram agrupados nas seguintes classes texturais:

- a. Litossol-fase substrato folhelho (perfis TF-01 e TF-02) e Solos Bruno Ácidos (similar) (perfis TF-03, TF-05 e TF-06)
..... Argiloso

- b. Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical)
 (perfil TC-01) e Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)....
 Argiloso muito fino
- c. Latossóis Vermelho Escuro (perfis TC-03, TF-04, TF-07 e
 TF-08) Argiloso
- Classe mineralógica

Devido ao enquadramento dos solos nas classes texturais argiloso ou argiloso muito fino, a mineralogia considerada para definir a classe mineralógica, foi a da fração menor que 0,002 mm. O perfil TF-04, por apresentar menos de 50 % de caulinita ou de qualquer dos minerais de argila, foi classificado como misturada (mixed). Com exceção dos perfis TC-03 e TF-08 que, por apresentarem valores da relação $\% \text{Fe}_2\text{O}_3$ livre + % de gibbsita / % argila maiores que 0,20, foram agrupados como oxidicos; os demais solos, por apresentarem mais de 50 % de caulinita e valores daquela relação inferiores a 0,20, foram classificados como cauliniticos.

- Classe de temperatura

Os solos foram agrupados na classe Isotérmicos, por apresentarem a diferença entre a temperatura média de verão e inverno do solo inferior a 5 °C e a temperatura média anual entre 15 e 22 °C.

5.6.1. Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01)

Este solo foi assim classificado, devido suas características morfológicas, químicas, físicas e mineralógicas se aproximarem mais daquelas descritas por CARDOSO (23) e BENNEMA e CAMARGO (9) para os Solos Mediterrânicos Vermelho Amarelo. Este solo pode ser considerado como eutrófico, segundo BENNEMA e CAMARGO (9), por apresentar saturação de bases superior a 35 %.

No perfil TC-01 (Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo, equivalente tropical), encontra-se um epipedon ócrico, o qual foi definido por exclusão, pois apresentava todas as características do epipedon mólico exceto a sua espessura que é inferior a 25 cm (SOIL SURVEY STAFF, 75). O epipedon deste perfil engloba os horizontes Ap e A₃. O horizonte diagnóstico de subsuperfície é argílico, pois, segundo o SOIL SURVEY STAFF (74, 75), o aumento no teor de argila superior a 20 % dentro de uma distância vertical inferior a 30 cm, define este horizonte diagnóstico e, como se pode ver no Quadro 6, tal exigência é atendida. Outras características de horizonte argílico foram também constatadas, tais como espessura superior a 20 cm, ou seja, um décimo da profundidade do solo (200 cm) e presença de argilans revestindo agregados e em quantidade estimada como sendo superior a 1 %.

De acordo com a 7ª Aproximação (SOIL SURVEY STAFF, 75), este solo foi enquadrado na ordem Alfisols por apresentar:

- temperatura média anual superior a 8 °C;
- saturação de bases maior que 35 % a 1,80 m de profundidade;
- horizonte argílico;
- epipedon ócrico;
- usualmente úmido em alguma parte entre 25-50 cm, da superfície do solo.

A nível de subordem foi classificado como Ustalfs pelas seguintes razões:

- apresenta temperatura média anual do solo superior a 15 °C;
- não é saturado com água por algum período do ano;
- não se apresenta continuamente seco entre 18-50 cm, mas permanece seco por 90 dias nos primeiros 30 cm do solo.

O nível taxonômico de grande grupo foi definido como Haplustalfs por apresentar cores mais vermelhas que 5YR e possuir um horizonte argílico que possui uma distribuição de argila tal, que a argila decresce de mais de 20 % do teor máximo existente dentro de uma profundidade inferior a 1,5 m da superfície.

Foi classificado a nível de subgrupo como Oxic Haplustalfs por apresentar todas as características de um Typic Haplustalfs exceto os

teores da capacidade de troca de cations e retenção de cations, que são inferiores a 24 m.eq/100 g de argila (pelo método do NH_4Cl) e 12 m.eq / 100 g de argila, respectivamente. Finalmente foi enquadrado na família dos Oxíc Haplustalfs, argiloso, caulinitico, isotérmico.

5.6.2. Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02)

A unidade de solo representada pelo perfil TC-02 apresentou características semelhantes às da Terra Roxa Estruturada descrita pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28), pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (38) e pela DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (35). Devido a tal este perfil foi classificado como Terra Roxa Estruturada e, baseado no índice de saturação superior a 35 %, como eutrófico.

O epipedon encontrado no perfil TC-02 (Terra Roxa Estruturada) apresenta todas as características exigidas para ser considerado mólico, exceto a espessura do mesmo (SOIL SURVEY STAFF, 74 e 75). Portanto, por exclusão, foi classificado como ócrico, o qual apresenta uma espessura de 6 cm, englobando o horizonte Ap.

O horizonte diagnóstico de subsuperfície é argílico. Foi assim considerado por apresentar um aumento, no horizonte iluvial, superior a mais de 8 % de argila dentro de uma distância inferior a 30 cm, espessura suficiente (superior a 20 cm) e presença de cutans.

De acordo com o SOIL SURVEY STAFF (75) este solo foi enquadrado na ordem Alfisols por apresentar as seguintes características:

- um horizonte argílico que é usualmente úmido em alguma parte entre 18-50 cm de profundidade;
- saturação de bases superior a 35 % em todos os horizontes do perfil;
- ausência de fragipan e plintita.

A nível de subordem foi classificado como Udalfs por possuir as características seguintes:

- temperatura média do solo no verão superior a 15 °C;
- diferença entre as temperaturas médias do solo, no verão e inverno, menor que 5°C;
- não é continuamente seco por 60 dias na porção do solo entre 18-50 cm da superfície e nem saturado com água em algum período;
- não se apresenta seco em alguma parte entre 18-50 cm da superfície por 90 dias consecutivos.

Foi agrupado ao nível de subgrupo como Paleudalfs, devido a:

- apresentar um horizonte argílico que é mais vermelho que 10YR e croma maior que 4;

- a distribuição de argila é tal que o seu conteúdo não decresce mais de 20 % do máximo, até 180 cm de profundidade;
- não apresenta horizonte petrocálcico, duripan ou plintita.

A nível de grande grupo foi classificado como Typic Paleudalfs por apresentar:

- saturação de bases maior que 60 % em todo o perfil;
- ausência de mosqueado e plintita;
- textura argilosa;
- ausência de acréscimo de mais de 15 % de argila dentro do horizonte argílico;
- horizonte Ap mais delgado que 15 cm e cujo croma apresenta valor inferior a 3,5.

Por apresentar este solo predominância de caulinita na fração argila, diferença de temperatura do solo entre verão e inverno menor que 5 °C, temperatura média anual variando de 15 a 22 °C e textura argila muito fina, foi classificado como Typic Paleudalfs, argiloso muito fino, caulinitico, isotérmico.

5.6.3. Latossol Vermelho Escuro

Os solos classificados como Latossol Vermelho Escuro foram assim agrupados por apresentarem, segundo BENNEMA e CAMARGO (9), um horizonte B com as seguintes características:

- espessura superior a 30 cm;
- teor de argila superior a 15 %;
- baixa capacidade de troca de cátions;
- baixa retenção catiônica;
- predominância de minerais de grade 1:1;
- estrutura maciça porosa;
- baixo teor de argila natural no horizonte B.

5.6.3.1. Latossol Vermelho Escuro (perfil TC-03)

De acordo com o SOIL SURVEY STAFF (75), o perfil TC-03 apresenta um epipedon com características de ócrico. Este epipedon tem também várias características de úmbrico, mas o valor do cromá é superior a 3,5 classificando-o como ócrico. Verificando as características físicas (Quadro 6) observa-se que há um elevado teor de argila natural até 82 cm de profundidade, o que limita o horizonte de subsuperfície, que é óxico, a partir desta profundidade. Portanto, o epipedon se estende até

a profundidade de 82 cm englobando os horizontes A_p , A_3 , B_{11} e B_{12} .

O horizonte diagnóstico de subsuperfície do perfil TC-03 é óxico. Foi assim classificado por apresentar menos de 3 % de argila natural, mais de 15 % de argila, estrutura maciça, ausência de gradiente textural, CTC inferior a 16,0 m.eq/100 g de argila, retenção catiônica inferior a 10 m.eq/100 g de solo e, estrutura maciça e porosa. O horizonte óxico no perfil TC-03 encontra-se abaixo de 82 cm de profundidade.

O perfil TC-03, por apresentar um horizonte óxico, sob epipedon ócrico, foi enquadrado na ordem Oxisols. Ao nível de subordem foi classificado como Orthox, devido não ficar seco em algum horizonte abaixo de 18 cm da superfície por mais de 60 dias consecutivos, ou ter temperatura média anual inferior a 22 °C e possuir menos que 20 kg de carbono orgânico por 1 m² x 1 m de profundidade.

Foi classificado como Haplorthox a nível de grande grupo devido:

- possuir mais de 1 m.eq/100 g de argila de bases mais alumínio extraível;
- apresenta estrutura maciça;
- não tem acúmulo de grumos de gibbsita.

Ao nível de subordem o solo representado pelo perfil TC-03 (Latosol Vermelho Escuro) pode ser agrupado como Typic Haplorthox por

apresentar as seguintes características:

- presença de um horizonte óxico que se estende até 200 cm ou mais;
- ausência de mosqueado e plintita;
- textura mais fina que barro argilo arenosa;
- horizonte óxico não estruturado.

A classificação ao nível de família é: Typic Haplorthox, argiloso, oxidico, isotérmico.

5.6.3.2. Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-04)

O perfil TF-04 (Latosol Vermelho Escuro) possui um epipedon que poderia ser classificado como úmbrico, o qual se estenderia até a profundidade de 31 cm englobando os horizontes A_1 e A_3 , por apresentar valor do croma inferior a 3,5, teor de carbono orgânico superior a 0,58 %, espessura superior a 25 cm e índice de saturação de bases inferior a 50 %. Contudo, o epipedon estende-se até a profundidade de 60 cm, onde o valor do croma é superior a 3,5 o que permite, portanto, classificá-lo como ócrico.

O horizonte diagnóstico de subsuperfície é óxico, pois suas características físicas, químicas e morfológicas atendem as suas exigências, segundo o SOIL SURVEY STAFF (74, 75). O horizonte óxico deste per

fil é encontrado abaixo da profundidade de 60 cm. Devido a presença de quantidades apreciáveis de vermiculita (entre 13-23 %) e mica (em torno de 20 %) uma outra alternativa seria classificar este horizonte diagnóstico de subsuperfícies como câmbico. No entanto, o SOIL SURVEY STAFF (75) não especifica claramente as quantidades máximas permissíveis destes minerais de argila para horizonte óxico, ficando a identificação dos mesmos condicionada à capacidade de troca de cátions, a qual neste perfil está dentro dos limites estabelecidos para horizonte óxico.

Pela presença de horizonte óxico, é que o perfil TF-04 (La - tossol Vermelho Escuro) foi agrupado na ordem Oxisols.

Foi classificado a nível de subordem como Orthox devido não ser alguma parte do solo abaixo de 18 cm seco por 60 dias ou mais e por apresentar menos de 20 kg de carbono por m² de área por 1 m de profundidade.

A nível de grande grupo foi classificado como Haplorthox por apresentar as seguintes características:

- possuir um epipedon ócrico;
- tem retenção de cátions inferior a 1 m.eq/100 g de argila, mas a soma de bases extraída mais alumínio é superior a 1 m.eq/100 g de argila;
- apresenta saturação de bases inferior a 50 % (pelo método do NH₄Cl), teor de argila elevado e silte inferior a 30 %.

Por sua vez o subgrupo Typic Haplorthox, em que foi agrupado, se deve a:

- ausência de mosqueado e plintita;
- textura mais fina que barro argilo arenoso;
- estrutura prismática muito fraca e pouco diferenciável.

A nível de família foi classificado como Typic Haplorthox, argiloso, caulínítico, isotérmico.

5.6.3.3. Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-07)

O perfil TF-07 foi classificado como Latossol Vermelho Escuro de acordo com BENNEMA e CAMARGO (9), por apresentar as características de B latossólico, exceto o teor de argila natural (superior a 2 %). Contudo o solo em estudo que, segundo o teor de argila natural não poderia ser enquadrado neste grande grupo, assim o foi, pois a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37) classificou solos como Latossol Vermelho Escuro que também não atendiam à exigência quanto a argila dispersa em água. Por outro lado, as características químicas, físicas e morfológicas do perfil TF-07 atendiam às exigências de Latossóis e pouco se aproximavam de outras unidades de solos já conhecidas no Brasil.

Este solo, possui um epipedon que atende às exigências de úmbrico exceto o valor de croma, que é superior a 3,5. Devido a tal, foi o epipedon classificado como ócrico.

Verificando as características do horizonte de subsuperfície constata-se que o horizonte diagnóstico de subsuperfície que mais se enquadra é o óxico. Entretanto, uma das características limitantes para seu enquadramento como óxico é o teor de argila natural, que é muito elevado.

De acordo com o SOIL SURVEY STAFF (75) a extremidade superior do horizonte óxico é colocada na mínima profundidade, na qual não há argila dispersa em água. Para o propósito de diagnose a sua extremidade inferior é usualmente colocada a uma profundidade de 2 metros. Foi considerado para limite superior do horizonte óxico teor de argila natural inferior a 2 %, visto que o epipedon pode possuir alto teor de argila dispersa em água e o horizonte óxico, não. Constatou-se (SOIL SURVEY STAFF, 75) que o horizonte óxico pode continuar até mesmo por muitos metros, o que levou a admitir-se que a parte mais baixa deste horizonte deve ser considerada como arbitrária ou como desconhecida . Por razões práticas, o SOIL SURVEY STAFF (75) considerou um limite arbitrário de dois metros para a base inferior do horizonte óxico se, no solo, entre 1,9 e 2,0 m de profundidade, encontram-se requisitos de óxi co.

Com base, portanto, no teor de argila natural, poderia ser considerado que o epipedon óxico estende-se a 225 cm e, a partir desta profundidade encontra-se o horizonte óxico.

Outra opção seria considerar a existência de um horizonte câm

bico neste perfil, devido ao teor relativamente alto de mica e vermiculita neste solo. Entretanto, a presença de gibbsita neste perfil demonstra elevado grau de intemperização, enquanto que um horizonte câmbico é um horizonte de baixo grau de alteração. Por outro lado, o SOIL SURVEY STAFF (75) não considera que seja necessária a identificação quantitativa de minerais de argila para caracterização do horizonte óxico, além de considerar que um horizonte óxico apresenta normalmente baixo conteúdo de minerais 2:1.

Com base nos motivos expostos, foi considerado que o horizonte diagnóstico de subsuperfície é óxico e localiza-se abaixo de 225 cm de profundidade.

Por se considerar a presença de horizonte óxico no perfil TF-07 (Latosol Vermelho Escuro), o mesmo foi enquadrado na ordem Oxisols.

A nível de subordem, este solo foi classificado como Orthox por apresentar as seguintes características:

- temperatura média anual do solo superior a 22 °C;
- não tem nenhuma parte do solo entre 18 e 50 cm da superfície -
cie seco por mais de 60 dias.

Ao nível de grande grupo este solo foi classificado como Ha -
plorthox por apresentar:

- soma de bases mais alumínio superior a 1 m.eq/100 g de argila;
- ausência de plaquetas e agregados de gibbsita;
- epipedon ócrico e um horizonte com menos de 1 % de carbono orgânico dentro de 75 cm da superfície do solo;
- saturação de bases inferior a 35 % (pelo NH_4Ac).

Foi agrupado no subgrupo Typic Haplorthox devido a apresentar as seguintes características:

- estrutura maciça do horizonte óxico e textura argilosa;
- ausência de plintita e mosqueado;
- tem um horizonte óxico que se estende a mais de 125 cm da superfície.

A nível de família sua classificação é Typic Haplorthox, argiloso, caulinitico e isotérmico.

5.6.3.4. Latossol Vermelho Escuro (perfil TF-08)

Assim como para os demais perfis classificados como Latossol Vermelho Escuro, o epipedon do perfil TF-08 (Latossol Vermelho Escuro) foi classificado, por exclusão, como ócrico. Este epipedon apresenta uma espessura de 46 cm incluindo os horizontes A_1 , A_3 e B_1 .

O horizonte de subsuperfície é óxico (SOIL SURVEY STAFF, 75), permitindo classificar o perfil TF-08 na ordem Oxisols.

Ao nível de subordem foi agrupado na classe Orthox devido possuir as mesmas características apresentadas pelos perfis anteriores, enquadrados nesta subordem.

Ao nível de grande grupo foi enquadrado na classe dos Haplo_rthox devido apresentar as seguintes características:

- valor da soma de bases mais alumínio extraído, superior a 1 m.eq/100 g de argila;
- presença de epipedon ócrico;
- ausência de grumos de gibbsita;
- estrutura maciça.

Foi classificado ao nível de subgrupo como Typic Haplo_rthox devido não apresentar plintita e mosqueado, ter um horizonte óxico que se estende a mais de 125 cm de profundidade, possui textura argilosa muito fina e estrutura maciça.

A família a que pertence este solo é: Typic Haplo_rthox, argiloso, oxidico, isotérmico.

5.6.4. Litossol-fase substrato folhelho (perfis TF-01 e TF-02)

Estes solos, segundo BENNEMA e CAMARGO (9) e a COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (28, 29), foram enquadrados como Solos Pouco Desenvolvidos, provavelmente a nível de subordem e, a nível de grande grupo como Litossol. Apresentam um epipedon ócrico segundo o SOIL SURVEY STAFF (75) que se limita na base inferior do perfil com o material de origem através de um contato paralítico ("paralithic contact").

5.6.4.1. Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02)

Neste perfil o epipedon é ócrico e engloba apenas o horizonte A, com uma espessura de 9 cm. O horizonte de subsuperfície foi classificado como câmbico por apresentar mais de 5 % de folhelho intemperizável, alto teor de mica, ausência de cutans, textura argilosa, estrutura diferente da rocha e por estar a sua base a mais de 25 cm de profundidade.

Este perfil foi classificado na ordem Inceptisols por apresentar as seguintes características:

- ausência de horizontes diagnósticos, tais como argílico, óxico, nátrico e espódico;
- presença de um contato paralítico a 40 cm de profundidade e ausência de plintita;

- usualmente úmido entre 18-40 cm de profundidade e presença de um horizonte câmbico.

A nível de subordem foi classificado como Tropepts devido possuir temperatura média anual superior a 8°C , diferença entre as temperaturas médias do solo, no verão e inverno, inferior a 5°C , por ter horizonte câmbico e epipedon ócrico.

Dentre os grandes grupos desta subordem, foi enquadrado na classe Humitropepts devido às seguintes características:

- temperatura média anual do solo inferior a 22°C ;
- saturação de bases inferior a 50 % pelo método do cloreto de amônio.

Ao nível de subgrupo, este solo possui características tais que o enquadram no subgrupo Oxíc Humitropepts.

Devido à presença de contato paralítico a 50 cm, este perfil recebe também a denominação de raso.

A nível de família, a classificação deste solo fica sendo :
Oxíc Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico, raso.

5.6.4.2. Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01)

O perfil TF-01 apresenta epipedon ócrico sobre horizonte câmbico e foi classificado na mesma ordem, subordem e grande grupo do perfil TF-02, pois as características exigidas para a classificação deste solo a estes níveis são semelhantes às daquele perfil.

Ao nível de subgrupo, este solo foi classificado como Oxic Humitropepts devido apresentar capacidade de troca de cátions inferior a 24 m.eq/100 g de argila (pelo método do cloreto de amônia) e ao nível de família, como Oxic Humitropepts, argiloso, caulinitico, isotérmico.

Como se pode notar este perfil TF-01 diferenciou-se do TF-02 por não ser enquadrado como raso, devido ao fato de apresentar o contato paralítico em profundidade superior a 50 cm.

5.6.5. Solos Bruno Ácidos (similar) (perfis TF-03, TF-05 e TF-06).

Os perfis TF-03, TF-05 e TF-06 foram classificados como Solos Bruno Ácidos (similar), por apresentarem características semelhantes àquelas descritas por BENNEMA e CAMARGO (9) para este grande grupo de solos; esta designação foi também utilizada pela COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA (29) e pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (37). Atualmente, a DIVISÃO DE PESQUISA (35) denominou solos semelhantes a estes como Cambisol, no Nordeste do País.

5.6.5.1. Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-03)

O perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar) apresenta epipedon ócrico com uma espessura de 11 cm. O horizonte diagnóstico de subsuperfície é câmbico, o qual foi assim classificado por apresentar:

- ausência da estrutura da rocha matriz;
- presença de material intemperizável (folhelho) em quantidade superior a 5 %;
- elevado teor de mica;
- ausência de acúmulo de argila.

O enquadramento deste solo na ordem Inceptisols foi devido a:

- presença de horizonte câmbico e epipedon ócrico;
- ser usualmente úmido entre 18-50 cm da superfície;
- apresentar contato paralítico a 135 cm de profundidade.

Sua classificação como Tropepts, a nível de subordem, se deve à diferença entre as temperaturas médias do solo no inverno e no verão ser inferior a 5 °C e a temperatura média anual ser superior a 8 °C.

A nível taxonômico de grande grupo, foi definido como Humitropepts por apresentar as seguintes características:

- temperatura média anual inferior a 22 °C;

- saturação de bases inferior a 50 % (pelo NH_4Cl).

Foi classificado como Oxic Humitropepts ao nível de subgrupo devido possuir capacidade de troca de cátions inferior a 24 m.eq/100 g de solo (pelo método do NH_4Cl). A classificação ao nível de família resultou: Oxic Humitropepts, argiloso, caulinítico, isotérmico.

5.6.5.2. Solo Bruno Ácido (similar) (perfis TF-05 e TF-06)

Os perfis TF-05 e TF-06 foram enquadrados como Solo Bruno Ácido (similar) por apresentarem horizonte B com estrutura grumosa (TF-05) e subangular (TF-06), com grande quantidade de material alterável, mas sem evidência da estrutura da rocha original.

De acordo com o SOIL SURVEY STAFF (75) o epipedon diagnóstico é ócrico. No perfil TF-05 este epipedon apresenta uma espessura de 18 cm e no perfil TF-06, 22 cm de espessura. O horizonte diagnóstico de subsuperfície do perfil TF-06, segundo a 7ª Aproximação, apresenta características de argílico, por apresentar:

- transição entre os horizontes eluvial e iluvial, clara;
- presença de gradiente textural dentro de uma distância inferior a 15 cm;
- espessura superior a um décimo da espessura do perfil;
- conteúdo de argila superior a 40 %.

O perfil TF-05, por apresentar grande quantidade de fragmentos de rocha pouco intemperizados, permite a identificação do horizonte diagnóstico de subsuperfície como câmbico.

De acordo com as características do perfil TF-05, seria válido classificar o horizonte subsuperficial deste perfil tanto como câmbico ou argílico. A exclusão do horizonte argílico poderia ser feita pela análise detalhada de lâminas delgadas, mas este procedimento está fora do escopo deste trabalho, visto serem necessárias várias lâminas de um mesmo horizonte e uma contagem de no mínimo 16.236 pontos para um intervalo de confiança de 80 % e erro de 10 %, segundo Brewer, citado por FALCI (41). Devido a grande quantidade de fragmentos de rocha pouco intemperizados no horizonte subsuperficial do perfil TF-05, optou-se pela classificação deste horizonte como câmbico.

Pela presença do horizonte câmbico no perfil TF-05 e por apresentar características semelhantes às do perfil TF-03 (Solo Bruno Ácido, similar), este solo foi agrupado na mesma ordem, subordem e grande grupo.

Ao nível de ordem enquadra-se como Inceptisols, devido a apresentar-se usualmente úmido entre 18-54 cm; ausência de plintita e presença de horizontes câmbico e ócrico. Por apresentar temperatura média do solo superior a 8 °C e a diferença entre as temperaturas médias no inverno e no verão inferior a 5 °C, foi classificado na subordem Tropepts. A nível categórico de grande grupo, este solo foi agrupado como Humitropepts por apresentar saturação de bases inferior a 50 % (pelo método do cloreto de amônio) e temperatura média anual inferior a 22 °C. A nível de sub.

grupo as características do perfil TF-05 atendem às exigências de Oxíc Humitropepts e ao nível de família foi definido como Oxíc Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico.

O perfil TF-06, por apresentar um horizonte argílico, ausência de fragipan, saturação de bases inferior a 35 %, ausência de plintita e temperatura média anual do solo superior a 8 °C, foi agrupado na ordem Ultisols.

Por este solo não apresentar saturado com água, ter menos de 20 kg de matéria orgânica por volume de 1 m² de área por um metro de profundidade, ter menos de 0,87 % de carbono no horizonte argílico e não ser seco entre 18 e 50 cm da superfície por mais de 60 dias consecutivos, é que foi agrupado como Udults. Como o horizonte argílico tem menos de 10 % de minerais intemperizáveis, o teor de argila não decresce de mais de 20 % do máximo dentro de 1,5 m da superfície do perfil, ausência de fragipan e plintita, permitiram agrupar este solo no grande grupo Paleudults. Por apresentarem características de Typic Paleudults de acordo com a 7ª Aproximação (SOIL SURVEY STAFF, 75) é que foi classificado, ao nível de família, como Typic Paleudults, argiloso, caulínítico, isotérmico.

6. CONCLUSÕES

Os solos estudados estão distribuídos na paisagem segundo uma catena de Milne, estando localizados na posição de terras altas os solos menos evoluídos. Na catena sobre folhelho estes solos são representados pelo Litossol-fase substrato folhelho e, na catena sobre calcário, pelo Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo. A variação entre os solos que ocupam a posição de terras altas e a de pedimento de encosta, se deve ao material de origem. Na posição de pedimento de sopé são encontrados os solos mais evoluídos das catenas, que são representados pelo Latossol Vermelho Escuro. Estes solos apresentam características semelhantes, por serem originados de material retrabalhado perdendo, portanto, suas características originais. No pedimento de encosta são encontrados o Solo Bruno Ácido (similar) na catena sobre folhelho e a Terra Roxa Estruturada na catena sobre calcário.

O índice de intemperismo médio não mostrou ser eficiente para avaliação da evolução dos solos. Entretanto, a gibbsita mostrou-se eficiente, uma vez que sua presença foi constatada apenas nos solos considerados como os mais evoluídos, que são os Latossóis Vermelho Escuro.

A determinação da vermiculita foi problemática e os resultados não foram consistentes, o que está a indicar que o método não é adequado para os solos em questão. Os resultados apresentados devem ser aceitos com reservas.

Os solos foram classificados a nível de família, de acordo com a 7ª Aproximação, como segue:

Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01) - Oxic Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02) - Oxic Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico, raso.

Solo Bruno Ácido (similar) (perfis TF-03 e TF-05) - Oxic Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06) - Typic Paleudults, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Latossol Vermelho Escuro (perfis TC-03 e TF-08) - Typic Haplorthox, argiloso, oxidico, isotérmico.

Latossol Vermelho Escuro (perfis TF-04 e TF-07) - Typic Haplorthox, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) - Oxic Haplustalfs, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) - Typic Paleudalfs, argiloso muito fino, caulínítico, isotérmico.

7. RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi o estudo taxonômico e mineralógico de solos desenvolvidos a partir de folhelho e calcário da Região de Sete Lagoas, Minas Gerais.

Foram selecionadas tres catenas de solos, sendo uma formada sobre calcário e duas sobre folhelho, onde foram coletados onze perfis incluídos nos grandes grupos: Latossol Vermelho Escuro, Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical), Terra Roxa Estruturada, Litossol-fase substrato folhelho e Solo Bruno Ácido (similar).

Foram determinadas as características físicas e químicas dos solos e as análises mineralógicas foram feitas na fração argila de horizontes selecionados. Foi também feita a caracterização micromorfológica do horizonte B₂ de alguns perfis de solos.

Nos solos da catena sobre calcário, a caulinita foi o mineral de argila predominante e o maior conteúdo foi encontrado no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical). A gibbsita foi encontrada apenas no Latossol Vermelho Escuro (em torno de 11 %). O conteúdo de mica varia de 5,6 % a 17,8 %, sendo mais elevado no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical) e o conteúdo de vermiculita varia de 9,7 % a 29,8 %. Foi também constatada a presença de minerais interestratificados, mica - vermiculita.

Nos solos da catena sobre folhelho da Região do Barreiro, o Litossol-fase substrato folhelho apresentou elevado teor de caulinita.

variando de 35,5 % a 75,0 %. O conteúdo de mica varia de 18,2 % a 35,5%; o da vermiculita de 6,3 % a 23,6 % e o de material amorfo de 3,6 % a 11,9 %. A gibbsita foi encontrada somente no Latossol Vermelho Escuro (entre 17,5 % e 25,0 %). Mineral interestratificado, mica - vermiculita, foi também encontrado nos perfis de solos.

Nos solos da catena sobre folhelho da Região de Prudente de Moraes a caulinita foi também o mineral de argila dominante (entre 44,0 % e 69,0 %), sendo que o Solo Bruno Ácido (similar) foi o que apresentou o conteúdo mais elevado. Os teores de mica encontrados variaram de 4,9 a 40,0 %, os de vermiculita de 3,5 a 17,5 % e os de material amorfo, de 3 a 11 %. A gibbsita foi, novamente, constatada apenas no Latossol Vermelho Escuro.

A análise micromorfológica de horizontes B mostrou a presença de cutans em todos os perfis, sendo mais abundantes na Terra Roxa Estruturada e no Solo Mediterrânico Vermelho Amarelo (equivalente tropical). Nos Solos Bruno Ácidos (similar) a presença de material intemperizável foi observada e utilizada para definir o horizonte câmbico.

De acordo com a nova classificação do U.S.D.A., os solos foram assim classificados:

Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-01) - Oxic Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Litossol-fase substrato folhelho (perfil TF-02) - Oxic Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico, raso.

Solo Bruno Ácido (similar) (perfis TF-03 e TF-05) - Oxic Humitropepts, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Solo Bruno Ácido (similar) (perfil TF-06) - Typic Paleodults, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Latossol Vermelho Escuro (perfis TC-03 e TF-08) - Typic Haplorthox, argiloso, oxídico, isotérmico.

Latossol Vermelho Escuro (perfis TF-04 e TF-07) - Typic Haplorthox, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Solo Mediterrâneo Vermelho Amarelo (equivalente tropical) (perfil TC-01) - Oxic Haplustalfs, argiloso, caulínítico, isotérmico.

Terra Roxa Estruturada (perfil TC-02) - Typic Paleodalfs, argiloso muito fino, caulínítico, isotérmico.

8. SUMMARY

The main objective of this paper was the taxonomic and mineralogic study of the soils developed from shale and limestone from Sete Lagoas region, Minas Gerais.

Three soil, catenas, one formed on limestone and two on shale, were selected in the region and 11 profiles, included in the great groups Dark Red Latosol, Red Yellow Mediterranean soil (tropical equivalent), Terra Roxa Estruturada, Lithosol shale substratum phase and Bruns Acides soil.

The physical and chemical characteristics were determined and the mineralogical analysis was carried out in the clay fraction of selected horizons. The micromorphological characterization of the B₂ horizon of some soil profiles was also carried out.

In the soil catena formed on limestone, kaolinite was found to be the dominant clay mineral, and the Red Mediterranean soil presented the highest content. Gibbsite was only detected in the Dark Red Latosol (about 11 %). The mica content varies from 5.6 to 17.8 % being higher in the Red Yellow Mediterranean soil and the vermiculite content ranges from 9.7 to 29.8 %. Interstratified minerals, mica-vermiculite were also detected in the soils of the catena.

In the soil catena formed on shale from Barreiro region, the Lithosols shale substratum phase were found to have the highest conten

of kaolinite, that ranges from 35.5 % to 75.0 % in the whole catena. The mica content varies from 18.2 to 35.5 %, vermiculite from 6.3 to 23.6 % and amorphous material from 3.6 to 11.9 %. Gibbsite was only detected in the Dark Red Latosol profile (17.5 to 25.0 %). Interestratified minerals, mica - vermiculite, were also detected these soils.

In the soil catena developed from shale in Prudente de Moraes region kaolinite was also dominant (44 % to 69 %) and the Bruns Acides soils presented the highest content. The mica content was found to vary from 4.9 to 40.0 %, vermiculite from 3.5 to 17.5 % , amorphous material from 3 to 11 %. Gibbsite again was only detected in the Dark Red Latosol.

The micromorphological analyse of the B horizons showed the presence of cutans in all profiles, being more abundant in the Terra Roxa Estruturada and Red Yellow Mediterranean soil. In the Bruns Acide soils the presence of weatherable material was detected and used to define the cambic horizon.

According the U.S.D.A. classification the soils studied were classified as follows:

Lithosol shale substratum phase (profil TF-01) - Oxidic Humiitropepts, clayey, kaolinitic, isothermic.

Lithosol shale substratum phase (profil TF-02) - Oxidic Humii

tropepts, clayey, kaolinitic, isothermic, shallow.

Brun Acid soil (profiles TF-03 and TF-05) - Oxic Humitropepts, clayey, kaolinitic, isothermic.

Brun Acid soil (profil TF-06) - Typic Paleudults, clayey , kaolinitic, isothermic.

Dark Red Latosol (profiles TC-03 and TF-08) - Typic Haplorthox, clayey, oxidic, isothermic.

Dark Red Latosol (profiles TF-04 and TF-07) - Typic Haplorthox, clayey, kaolinitic, isothermic.

Red Yellow Mediterranean soil (profil TC-01) - Oxic Haplustalfs, clayey, kaolinitic, isothermic.

Terra Roxa Estruturada (profil TC-02) - Typic Paleudalfs , clayey very fine, kaolinitic, isothermic.

9. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT - 1967 - Rio São Francisco Basin. United States, Dept. of States. p. 18-19.
2. ALEXIADES, C.A. and M.L. JACKSON - 1965 - Quantitative determination of vermiculite in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29 (5): 522-527.
3. _____ - 1966 - Quantitative clay mineralogical analysis of soils and sediments - Clays and Clay Minerals, 14 th. Conf. Pergamon Press. New York. p. 35-52.
4. ANDRADE, S.S. - 1971 - Estudo de três catenas de solos dos Municípios de Piracicaba e Rio Claro. Tese de Mestrado. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 78 pp.
5. AVELAR, B.C. - 1971 - Gênese e classificação de solos de uma catena da Região de São Manuel. SP. Tese de Mestrado. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 95 p.
6. BALDWIN, M., C.E. KELLOGG and J. THORP - 1938 - Soil classification. Yearbook of Agriculture. U.S. Dept. of Agriculture, p. 979-1001.

7. BATES, T.F. - 1960 - Rock weathering and clay formation in Hawaii. Mineral Industries. 29 (8): 3-6.
8. BAUR, A.J. and W.H. LYFORD - 1957 - Soils Bruns Acides of Northeastern United States. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21 (5):535-536.
9. BENNEMA, J. e M.N. CAMARGO - 1964 - 2ª Esboço parcial de classificação dos solos brasileiros. Ministério da Agricultura. Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo. 17 p. (mimeografado).
10. BONNET, A.J. - 1950 - Latosols of Puerto Rico. Trans. 4 th. Intern. Congr. Soil Sci. I. 281-285.
11. BRADLEY, W.F. - 1950 - Interstratified growths in clays and clay like minerals. Trans. 4 th. Intern. Congr. Soil Sci. I:101-105.
12. _____ - 1953 - Analysis of mixed-layer mineral structure. Analytical Chemistry 25: 727-730.
13. _____ - 1956 - A regulary interstratified chlorite-vermiculite clay mineral. American Mineralogist. 41 (5, 6): 497-504.
14. BRAMÃO, D.L. and P. LEMOS - 1960 - Soil map of the South America. Trans. 7 th. Intern. Congr. Soil Sci. IV: 1-10.

15. BRAMÃO, D.L. and R.W. SIMONSON - 1966 - Terra Roxa and Rubrozem Soils of Brazil. FAO. 17 p. (mimeografado).
16. BRANCO, J.J.R. et al. - 1961 - Roteiro para a excursão Belo Horizonte-Brasília. Contribuição ao XIV^o Congresso Brasileiro de Geologia. Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais-Instituto de Pesquisas Radioativas. Publicação nº 15. 119 p.
17. BRINDLEY, G.W. - 1955 - Identification of clay minerals by X-ray diffraction analysis. Clays and Clay Technology. Bull. 169:119-130.
18. BROWN, J.W. and A. WOLFCHOON - 1960 - Some chemical and physical properties of representative soils of the Republic of Panamá. Trans. 7 th. Intern. Congr. Soil Sci. IV: 271-277.
19. BUSHNELL, T.M. - 1942 - Some aspects of the soil catena concept. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7: 466-476.
20. CAMPOS, D.A.F., D. PERECIM e H. BORDUCHI - 1973 - Impregnação de amostra de solos com resina acrílica. Rev. da Agricultura p.11-16.
21. CAMARGO, M.N. e J. BENNEMA - 1966 - Delineamento esquemático dos solos do Brasil. Pesq. Agropec. Bras. 1: 47-67.

22. CARDOSO, J.V.J.C. - 1960 - The soils of Southern Portugal. Trans. 7 th. Intern. Congr. Soil Sci. IV: 63 -70.
23. _____ - 1964 - Genesis and classification of Mediter-
ranean Soils occurring in Portugal. Trans. 8 th. Inter. Congr.
Soil Sci. 5: 517 - 525.
24. CARVALHO, A. de - 1970 - Study of Terra Roxa Estruturada and Lato -
sol Roxo on a topographic sequence in São Paulo State of Brazil.
Tese de Master of Science. University of Newcastle. England. 93
p.
25. _____ et al. - 1969 - Manual para descrição do solo no
campo. Instituto Agronômico do Estado. Campinas, São Paulo. Bo-
letim 188. 48 p.
26. COLE, M.M. - 1960 - Cerrado, Caatinga and Pantanal: the distribui -
tion and origin of the Savanna vegetation of Brazil. The Geo -
graphical Journal. 126: 168-179.
27. COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA - 1958 - Levantamento de reconhecimento
dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal. Mi -
nistério da Agricultura. Rio de Janeiro. Boletim 11. 350 p.

28. COMISSÃO DE SOLOS DO SNEPA - 1960 - Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro. Boletim 12. 634 p.
29. _____ - 1963 - Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas. Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro. Boletim 13. 462 p.
30. COSTA, M.T. - 1963 - Estrutura geológica dos cerrados. I. Reunião Brasileira do Cerrado. D.P.E.A./Ministério da Agricultura. Boletim 15 p. 83-92.
31. DEMATTÊ, J.L.I. - 1970 - Gênese e classificação de solos originados de sedimentos do grupo geológico Estrada Nova - Município de Piracicaba. Tese de Livre Docência. E.S. A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, São Paulo. 123 p.
32. _____ - 1973 - Levantamento dos solos da Usina da Barra S.A. Departamento de Solos e Geologia da E.S.A. "Luiz de Queiroz". 246 p.
33. D'HOORE, J.L. - 1960 - The soils map of Africa South of the Sahara. Trans. 7 th. Intern. Congr. Soil Sci. IV: 11-49.

34. DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA - 1971 - Levantamento exploratório - reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Norte. E. P. E./Ministério da Agricultura. Boletim Técnico nº 21. 531 p.
35. _____ - 1972 - Levantamento exploratório - reconhecimento dos solos do Estado do Pernambuco. E P E /Ministério da Agricultura. Boletim Técnico nº 26. II: 312 p.
36. DIXON, J.B. - 1966 - Quantitative analysis of kaolinitic and gibbsite in soils by differential and selective dissolution methods. Clays and Clay Minerals. 14 th. National Conf. on Clays and Clay Mineral Proc. Pergamon Press. New York. p. 83-89.
37. EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO - 1967 - Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura no Distrito Federal. EPE/Ministério da Agricultura. Boletim 8.129 p.
38. _____ - 1971 - Levantamento de reconhecimento dos solos do nordeste do Paraná. EPE/Ministério da Agricultura. Boletim 18. 143 p.
39. _____ - 1972 - Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. EPE/Ministério da Agricultura. Boletim técnico nº 15. 670 p.

40. ESCOBAR, E.H. - 1969 - Gênese e classificação de alguns solos da bacia do Tijuco Preto. Rio das Pedras. Tese de Magister Scientiae E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. 59 p.
41. FALCI, S.C. - 1972 - Identificação de cutans em perfil de Latossol Roxo e Terra Roxa Estruturada. Tese de Mestrado. E.S.A. "Luiz de Queiroz". p. 55-60.
42. FRANSMEYER, D.P. et al. - 1969 - Properties of some soils in Cumberland Plateau of related to slope aspect and position. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33: 755-761.
43. FRYE, J.C. - 1959 - Climate and "Lester Kings" uniformitarian nature of hillslope. Journal of Geology. 67 (1): 111-113.
44. GOEDERT, W.J. - 1967 - Contribuição ao estudo das argilas dos solos do Rio Grande do Sul. Pesq. Agropec. Bras. 2: 245-258.
45. GUTMANS, M. - 1943 - Rochas-mater de terra roxa. Bragantia 3:271-322.
46. HARWARD, M.E. and A.A. THEISEN - 1962 - Problems in clay mineral identification by X-ray diffraction. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26: 335-341.

47. HARWARD, M.E. and A.A. THEISEN - A past method for preparations of slides, for clay mineral identification by X-ray diffraction . Soil Sc. 26: 90-91.
48. HENDRICKS, S.B. and L.T. ALEXANDER - 1939 - Minerals presents in soil colloids. I. Description and methods for identification. Soil Sci. 48: 257-268.
49. HSU, P.H. - 1963 - Effect of initial pH, phosphats and silicate on determination of Aluminium with aluminon. Soil Sci. 96 : 230-238.
50. JACKSON, M.L. - 1956 - Soil chemical analysis. Prentice - Hall . Inc. Englewood Cliffs, N.Y. 498 p.
51. _____ - 1956 - Soil chemical analysis. Advanced course Dept. Soil Univ. of Wiss., Madison Wiss. 991 p.
52. _____ - 1965 - Clay transformation in soil genesis during the quaternary. Soil Sci. 99 (1): 15-22.
53. _____ et al. - 1952 - Weathering sequence of clay-size minerals in soil and sedments. II. Chemical weathering of layer silicates. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 160 (1): 3-6.

54. JOHNSON, L.J. and JEFFRIES, C. - 1957 - The effect of drainage on the weathering of the clay minerals in the Allenwood catena of Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21 (5): 539-452.
55. JUANG, T.C. and UEHARA, G. - 1968 - Mica genesis in Hawaiian Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 31-35.
56. _____ - 1967 - Clay mineralogical studies at Taiwan sugar cane. Soil and Fertilizers in Taiwan. p. 14-22.
57. KELLOGG, C.E. - 1950 - Tropical soils. Trans. 4 th. Intern. Cong. Soil Sci. I: 226-276.
58. LOBO, A.E.M. - 1971 - Descontinuidade litológica de alguns solos da região de Piracicaba. Tese de Doutramento. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. 68 p.
59. MAGALHÃES, G.M. - 1963 - Fitogeografia do Estado de Minas Gerais. I. Reunião Brasileira de Cerrado. DPEA/Ministério da Agricultura. Boletim 15. p. 69-82.
60. MEDEIROS, G.B. - 1971 - Gênese e classificação de alguns solos da bacia do Ribeirão das Palmeiras. Município de Rio das Pedras. Tese de Mestrado. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 80 p.

61. MEHRA, O.P. and M.L. JACKSON - 1959 - Constancy of the sum of mica unit cell potassium surface and interlayer sorption surface in vermiculite-illite clays. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23 (2) : 101-105.
62. MONIZ, A.C. and M.L. JACKSON - 1967 - Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slate. Wisconsin Soil Sci. Report 212. 24 p.
63. _____ - 1972 - Elementos de pedologia. São Paulo, Editora Polígono, 459 p.
64. MORGAN, E.G. and S.S. OBENSHAIN - 1942 - Genesis of three soils developed from material residual from limestone. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7: 441-447.
65. NYUN, M.A. and McCaleb, S.B. - 1955 - The Reddish Brown Lateric Soils of the North Carolina Piedmont Region: Davidson and Hiwassee Series. Soil Sci. 80 (1): 27-41.
66. OLIVEIRA, A.I. e O.H. LEONARDOS - 1940 - Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, A Encadernadora. p. 184-188.

67. PAIVA NETO, J.E. et al. - 1951 - Observações gerais sobre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11 (7 e 9): 227-253.
68. QUEIROZ NETO, J.P. - 1969 - Interpretação dos solos da Serra Santana para fins de classificação. Tese de Doutorado. E. S. A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo. 123 p.
69. RANZANI, G., O. FREIRE e T. KINJO - 1966 - Carta de solos do Município de Piracicaba. E. S. A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, São Paulo. 123 p.
70. RUHE, R.V. - 1960 - Elements of the soil landscape. *Trans. 7 th Intern. Congr. Soil Sci. IV*: 165-169.
71. RUSSEL, M.B. and J.L. HADDOCK - 1940 - The identification of the clay mineral in five Iowa soils by the thermal method. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 14: 90-93.
72. SETZER, J. - 1941 - As características dos principais tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 1 (4): 255-258.

73. SOIL SURVEY STAFF - 1951 - Soil Survey Manual. U.S.D.A., Handbook nº 18. Govt. Printing Office, Washington, D. C. 503 p.
74. _____ - 1960 - Soil Classification. A Comprehensive System. 7 th. Aproximation. U.S.D.A., Soil Conservation Service.
75. _____ - 1967 - Supplement to soil classification system (7 th. Aproximation). Second printing. U.S.D.A., Soil Conservation Service.
76. SOMBROECK, W.G. - 1966 - A reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon Regions. Amazon Soils. Center for Agricultural Publication and Documentation. Wageningen. p. 63-149.
77. TANURA, T. - 1957 - Identification of the 14 Å clay mineral components. American Mineralogist. 42 (1 e 2): 107-110.
78. TAVERNIER, R. and E. MUCKENHAUSEN - 1960 - The soil map of western Europe on scale 1:2,5 million. Trans. 7 th. Intern. Congr. Soil Sci. IV: 44-48.
79. _____ and G.D. SMITH - 1957 - The concept of Braunerd (Brown Forest Soils) in Europe and the United States. Advanced in Agronomy IX: 217-286.

80. THORP, J. and G.D. SMITH - 1949 - Higher categories of soil classification: order, suborder and great soil groups. Soil Sci. 65:117-126.
81. VETTORI, L. - 1969 - Métodos de Análises de Solo. E.P.F.S./M.A.Bol. Técnico nº 7. Rio de Janeiro.
82. VILLIERS, J.M. - 1965 - Present soil-forming factors and processes in tropical and subtropical regions. Soil Sci. 99: 50-57.
83. VOORT, M. van der - 1950 - The Lateritic Soils of Indonesia. Trans. 4 th. Intern. Cong. Soil Sci. I: 277-281.
84. WARSHAW, C.M. and R. ROY - 1961 - Classification and a scheme for the identification of layer silicates. Geological Soc.Amer.Bull. 72: 1455-1492.
85. WATSON, J.P. - 1965 - Soil Catenas. Soils and Fertilizers. XXVIII (4): 307-310.
86. WEAVER, C.E. - 1956 - The distribution and identification of mixed-layer clays in sedimentary rocks. American Mineralogist 41 (2 e 3): 202-221.

87. YALON, D.H. - 1959 - Weathering Reactions. Journal of chemical Education. 36 (2): 73-76.