MINERALOGIA DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE SOLOS EM SEDIMENTOS RECENTES DA REGIÃO DO JEQUITAÍ - M.G.

JOSÉ ERNESTO SACCHI PESSOTTI

Orientador: JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1980

Aos meus pais, pelos esforços imensuraveis
A minha esposa pelo apoio e dedicação
Aos meus filhos

Paulo Roberto
Luiz Augusto
Elisane

Dedico

AGRADECIMENTOS

Desejo manifestar aqui os meus sinceros agradecimentos as pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuiram para a realização deste trabalho.

- Ao Prof. Dr. José Luiz Ioriatti Demattê, pela orientação e estímulo durante este trabalho.

- Ao Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes que através do seu Centro de Estudos de Solos propiciou a obtenção das informações de campo.

- Ao Prof. Dr. Arary Marconi pela colaboração na identificação dos minerais da fração areia.

- Ao Instituto de Geociências de São Paulo pela utilização de seu aparelho de Raios X.

- Aos professores do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes pelo esforço e dedicação na formação científica.

- Ao Prof. Dr. Guido Ranzani pela colaboração na escolha da área estudada.

- Ao meu colega e amigo Jairo Roberto Jimenez Rueda pela intensa e valiosa colaboração.

- Ao meu amigo José Fernandes Gomes pela colaboração nos serviços de campo.

- Aos funcionários do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes: Nelci Teixeira Maniero pelos serviços datilográficos e Miguel Célio Hippolyto pela confecção das figuras.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA	8
3.1. Localização	8
3.2. Clima	8
3.3. Geomorfologia e solos	10
3.4. Fundamentos do relevo local e estratigrafia	15
3.5. Geologia	18
3.6. Vegetação	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1. Seleção de área e amostragem	23
4.2. Aparelhos utilizados	24
4.3. Remoção de sais solúveis, matéria orgânica, MnO_2 livre e óxidos de ferro e manganês livre	25
4.4. Dispersão e separação das diferentes frações do solo	25
4.5. Preparo e montagem das amostras	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. Mineralogia da fração areia	28
5.2. Mineralogia da fração silte fino deferrado (2-20 u)	33
5.3. Mineralogia da fração argila deferrada	40
5.4. Relação entre fisiografia e solos	59
5.5. Classificação dos solos	66

Página

6. CONCLUSÕES 68

7. SUMMARY 70

8. BIBLIOGRAFIA CITADA 72

9. APÊNDICE 79

LISTA DE QUADROS

Página

1 - Dados climáticos da região de Pirapora ($17^{o}21$ S e $44^{o}57'$ W.Gr.), período 1931 a 1960 11

2 - Classificação dos solos 24

3 - Análise mineralógica da fração areia em porcentagem de ocorrência de minerais 31

4 - Composição mineralógica e semi-quantitativa dos minerais da fração argila dos solos estudados ... 42

LISTA DE FIGURAS

Página

1 - Localização da área estudada 9

2 - Balanço hídrico da região estudada (Pirapora) 12

3 - Corte esquemático geológico, geomorfológico da região estudada e localização dos perfis 17

4 - Mapa geológico da região 20

5 - Porcentagem de hornblenda + plagioclásios dos pedons em relação à distância do rio São Francisco 34

6 - Difratograma da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 1 35

7 - Difratograma da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 2 37

8 - Difratograma da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 3 38

9 - Difratogramas da fração silte fino (2-20 u) deferrada ao pedon 4 39

10 - Difratogramas da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 5 41

11 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do pedon 1 44

12 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 1 45

13 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do pedon 2 47

Página

14 - Difratograma da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 2 48

15 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte do pedon 3 50

16 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 3 51

17 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do pedon 4 53

18 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 4 54

19 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do pedon 5 55

20 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 5 56

21 - Corte esquemático geomorfológico da área estudada evidenciando sequência e classe textural dos horizontes dos pedons em estudo 61

22 - Relação entre quartzo e plagioclásios expressos em função dos valores médios dos pedons 62

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o estudo mineralógico das frações areia, silte e argila de cinco perfis de solos evoluídos a partir de sedimentos Quaternários de textura e composição variáveis, compondo uma topossequência, que participaram de vários ciclos de erosão e deposição, sob a ação do rio São Francisco.

Os aspectos fisiográficos e sua correlação com os solos são abordados, evidenciando dentro da paisagem atual os efeitos destas interações. Na posição mais antiga (Pleistocênica), o solo apresenta-se em um estágio de alteração intensa (pedon 1), enquadrando-se nas características evolutivas dos oxissolos (Typic Haplustox). Os demais pedons encontram-se sobre sedimentos Holocênicos, compondo a planície aluvial do rio São Francisco. São solos mineralogicamente jovens porém, morfologicamente ressaltam-se os processos pedogenéticos responsáveis pela formação de horizontes argílicos (molissol e ultissol), contrariando as relações entre os solos e a fisiografia que os admite em posições e sedimentos mais antigos.

Para o pedon 1 na fração areia os minerais primários facilmente intemperizaveis inexistem. Na fração argila há dominância de caulinita, associada a mica e interestratificados que aumentam em profundidade. O pedon 2 (Plinthic Haplustult) apresenta um acréscimo em profundidade de minerais da fácil alteração para a fração areia. Para o silte fino o desapare-

cimento dos feldspatos em superfície, sugere a sua alteração. A fração argila é predominantemente caulinítica com porcentagens pequenas de mica, interestratificados e clorita em profundidade.

Os pedons 3 (Oxic Plinthaquult), 4 (Fluventic Plinthustult) e 5 (Fluventic Argiustoll) mostram elevadas proporções de minerais primários de fácil alteração (plagioclásios calco-sódicos, hornblenda), na fração areia e silte. A ocorrência destes minerais associa-se a um processo deposicional recente, aliado as condições de clima e drenagem locais. Na fração argila, a caulinita é dominante, com valores decrescendo em profundidade, onde no mesmo sentido aumentam mica, interestratificados, vermiculita, montmorilonita e clorita.

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de enriquecer as escassas informações que a região sub-úmida brasileira apresenta até o momento em relação à gênese dos solos, propôs-se a realização desse trabalho, talvez pioneiro, no vale do rio São Francisco.

A pretensão vem contribuir de uma maneira direta à somatória de conhecimentos do referido vale, pois, desde 1967 o governo federal, através do Plano Nacional de Irrigação, vem conduzindo trabalhos visando seu aproveitamento racional.

Não alheio a tais acontecimentos, o Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, através do Centro de Estudos de Solos, em convênios efetuados com a Companhia de Desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco, vem proporcionando informações no tocante à classificação e mapeamento dos solos, e da adaptabilidade das terras à irrigação.

Por ocasião do levantamento semi-detalhado dos solos do Projeto Jequitaí-Divisão Jequitaí *(CES, 1977)*, várias topossequências foram observadas e utilizadas como critério no levantamento dos solos. Dentre tais topossequências foi escolhida uma para estudos mais detalhados por ser de grande representatividade na região. Esta topossequência envolve mate-

riais que a partir do terciário estiveram sujeitos a vários ciclos de erosão e deposição. Sobre tais sedimentos, que participaram de todo o histórico evolutivo do vale do rio São Francisco, os fatores de formação de solos atuaram em combinações diversas, promovendo as diferenças encontradas, na atualidade, entre os solos.

A finalidade deste trabalho é estudar uma topossequência representativa de solos evoluídos de sedimentos retrabalhados do final do terciário, sob clima, atual sub-úmido, procurando:

a. Caracterizar a composição mineralógica das frações areia, silte e argila, e estudar o relacionamento mineralógico entre os solos.

b. Correlacionar as características dos solos com a paisagem.

c. Classificar os solos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os trabalhos existentes sobre o vale do rio São Francisco visam mais à classificação e utilização agrícola dos solos sob irrigação, não havendo, até o presente momento, citações a respeito da gênese e mineralogia desses solos.

Os projetos de estudos executados pela *AID (1967)* no vale do rio São Francisco, (em níveis generalizados), colocam de maneira geral os latossolos como dominantes sob vegetação de cerrado. Sob a denominação de solos de Várzea *(AID, 1967)*, poucas informações são apresentadas. No levantamento de reconhecimento dos solos do vale do rio Jequitaí *(RANZANI et alii, 1972)* é evidenciada a dominância de latossolos seguida por Podzólicos Vermelho Amarelo.

Segundo o Centro de Estudos de Solos *CES, 1977)* os solos da área ora em estudo classificam-se como Latossolo Vermelho Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo Plíntico, Gley Pouco Húmico e Brunizem Avermelhado, ao nível de grande grupo.

JACOMINE (1965) cita que no Brasil, sob vegetação de cerrado, há dominância de latossolos, com ampla variação textural. Este apontou o avançado estágio de intemperização desses solos com predominância de gibbsita, caulinita e goetita na fração argila.

Estudos mineralógicos realizados por *WEAVER (1974)* em seis perfis de latossolos, no planalto central do Brasil, possibilitaram a distinção de dois grupos de latossolos: um com dominância de caulinita e pequena quantidade de gibbsita; outro no qual a fração argila é predominantemente gibbsítica.

CAVALCANTI (1977), em investigações conduzidas no referido planalto, chegou às mesmas conclusões de *WEAVER (1974)*, quanto à mineralogia da fração argila. Este autor realizou estudos mineralógicos na fração areia e os resultados mostram domínio absoluto de quartzo (99 %).

MONIZ e JACKSON (1967), estudando latossolos provenientes da decomposição de ardósias, obtiveram para a fração argila desses solos valores de 50 % - 60 % de gibbsita, contra apenas 10 % - 30 % de caulinita e 5 % - 10 % de materiais amorfos. Com base nos dados, estabeleceram a provável sequência de intemperização:

Ardósia - Mica - Caulinita - Gibbsita.

Nos latossolos do planalto de Echaporã (SP), estudados por *LEPSCH et alii (1977)* que, provavelmente, datam do Pleistoceno, encontram-se quantidades de gibbsita inferior a 2 %. Isto vem concordar com os dados obtidos por *CAVALCANTI (1977)* para os latossolos que ocupam o que este denominou de segunda superfície de erosão com altitudes superiores a 800 metros.

Ainda segundo *LEPSCH (1977)*, no mesmo planalto, em uma superfície de erosão atual (Holoceno), o solo estudado (Cambissolo) apresenta na fração areia valores de quartzo, diminuindo com a profundidade. No mesmo sentido há um aumento de feldspatos, calco-sódicos e mica. Para a fração argila foram diagnosticados minerais como a montmorilonita (20 %-50 %), mica (20 %-50 %), atapulgita e quartzo.

Trabalhos de *BALSTER e PARSONS (1968) e PARSONS e HERRIMAM (1975)*, citados por *BILZI e CIOLKOSK(1977)*, fazem menção de horizontes argílicos em seimentos aluviais recentes com idade de 2.350 a 5.250 anos . *GILE e HAWLEY (1968) e GILE e GROSSMAN (1968)*, segundo a mesma citação, concluem que na região do sudoeste Americano o horizonte argílico requer mais de 5.000 anos para se formar. *NETTLETON et alii (1975)* concluem que para a mesma região os horizontes argílicos ocorrem em superfície com mais de 12.000 anos.

BILZI e CIOLKOSZ (1977) concluem que, para os solos desenvolvidos em aluvião recente na Pensilvânia, são necessários mais de 2.000 anos para a formação de argílicos. O perfil de idade mais avançada (1.500 anos), mostrava características transicionais para argílico, sendo ainda enquadrado como horizonte câmbico.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

3.1. Localização

A área estudada situa-se ao norte do Estado de Minas Gerais, no alto durso do rio São Francisco. Pertence ao município de Várzea da Palma e encontra-se nas proximidades da vila da Barra do Guaicuí com as seguintes coordenadas geográficas 17° 11' 34" latitude sul e 44° 50' 15" longitude W.Gr. A altitude varia entre 550 e 465 metros correspondendo ao vale do rio São Francisco.

A Figura 1 mostra a localização da área no Brasil e no Estade de Minas Gerais. A topossequência envolve a área entre a vertente direita do rio São Francisco e o sopé da Serra da Onça.

3.2. Clima

Devido a inexistência de dados climáticos na área em estudo, utilizaram-se os parâmetros fornecidos pelas *NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1969)*, de Pirapora - MG, situada aproximadamente 13 km da região estudada.

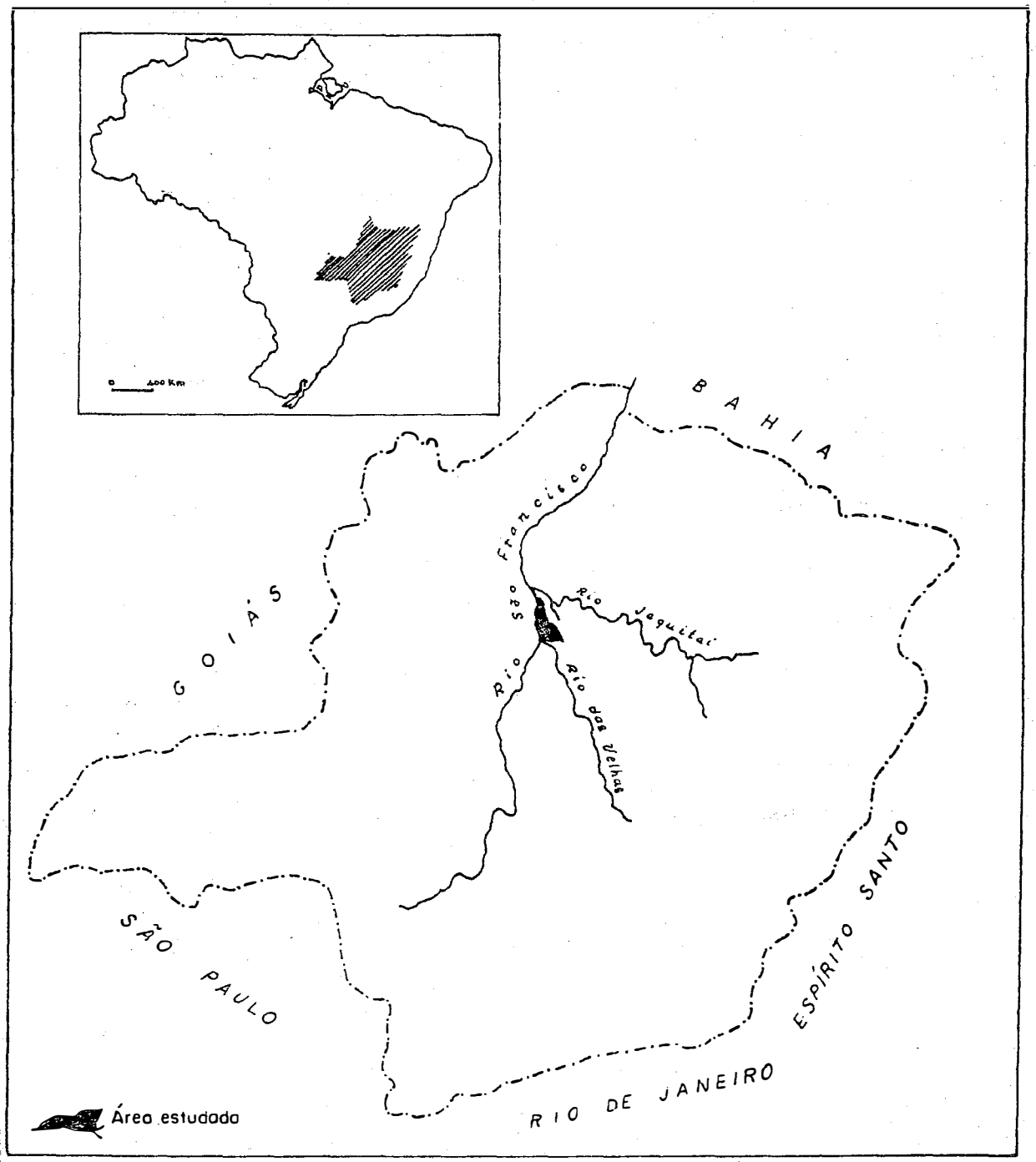


Figura 1. Localização da área estudada.

Os dados de precipitação e temperatura são referentes ao período de 1931 a 1960. As médias mensais constam do Quadro 1, além da estimativa da evapotranspiração mensal obtida segundo *THORNTWAITE e MATHER (1955)*. Estes dados permitiram a elaboração do balanço hídrico de Pirapora representado pela Figura 2. O clima da região é do tipo "sub-úmido" *(THORNTWAITE, 1948)* com uma precipitação anual de 1.145 mm, assim distribuida:

- Primavera (S, O, N) com 296 mm
- Verão (D, J, F) com 641 mm
- Outono (M, A, M) com 201 mm
- Inverno (J, J, A) com 7 mm

O mês mais seco é agosto com 1 mm de precipitação, enquanto o mais úmido é dezembro com 278 mm.

A temperatura média é de 23,2°C, enquanto que as médias de inverno e verão respectivamente 20,3 e 24,6°C. O mês mais frio é julho com 19,7°C e o mais quente outubro com 25,3°C. Como se observa, a diferença entre as temperaturas médias de verão e inverno é inferior a 5°C.

A temperatura do solo medida diariamente a 50 cm de profundidade, indicam valores menores que 5°C em relação a temperatura ambiente. (Informações verbais do posto meteorológico da Sudene - Pirapora).

Os parâmetros existentes, em confronto com os estipulados pelo *SOIL TAXONOMY (1976)*, classificam o regime de umidade dos solos como "ÚSTICO" e o de temperatura "ISOTÉRMICO".

3.3. Geomorfologia e solos

Atualizando referências de *KING (1957)*, *BRAUN (1971)* efetuou estudos sobre os ciclos de erosão em que o Brasil esteve envolvido. Este verificou que o ciclo de erosão denominado Sul-Americano se processou em duas fases distintas: uma de desnudação ocorrida no Terciário Inferior e outra de pediplanação no Terciário Médio.

Quadro 1 - Dados climáticos da região de Pirapora ($17^{o}21S$ e $44^{o}57'W.Gr$) , período 1931 a 1960.

Meses	Precipitação (mm)	Evapotranspiração potencial (mm)	Temperatura média (ºC)
Janeiro	220	126	24,7
Fevereiro	143	112	24,9
Março	127	118	24,7
Abril	63	95	23,5
Maio	11	73	21,3
Junho	3	57	19,9
Julho	3	58	19,7
Agosto	1	75	21,5
Setembro	19	105	24,1
Outubro	75	126	25,3
Novembro	202	123	24,9
Dezembro	278	121	24,4
Ano	1.145	1.189	23,2

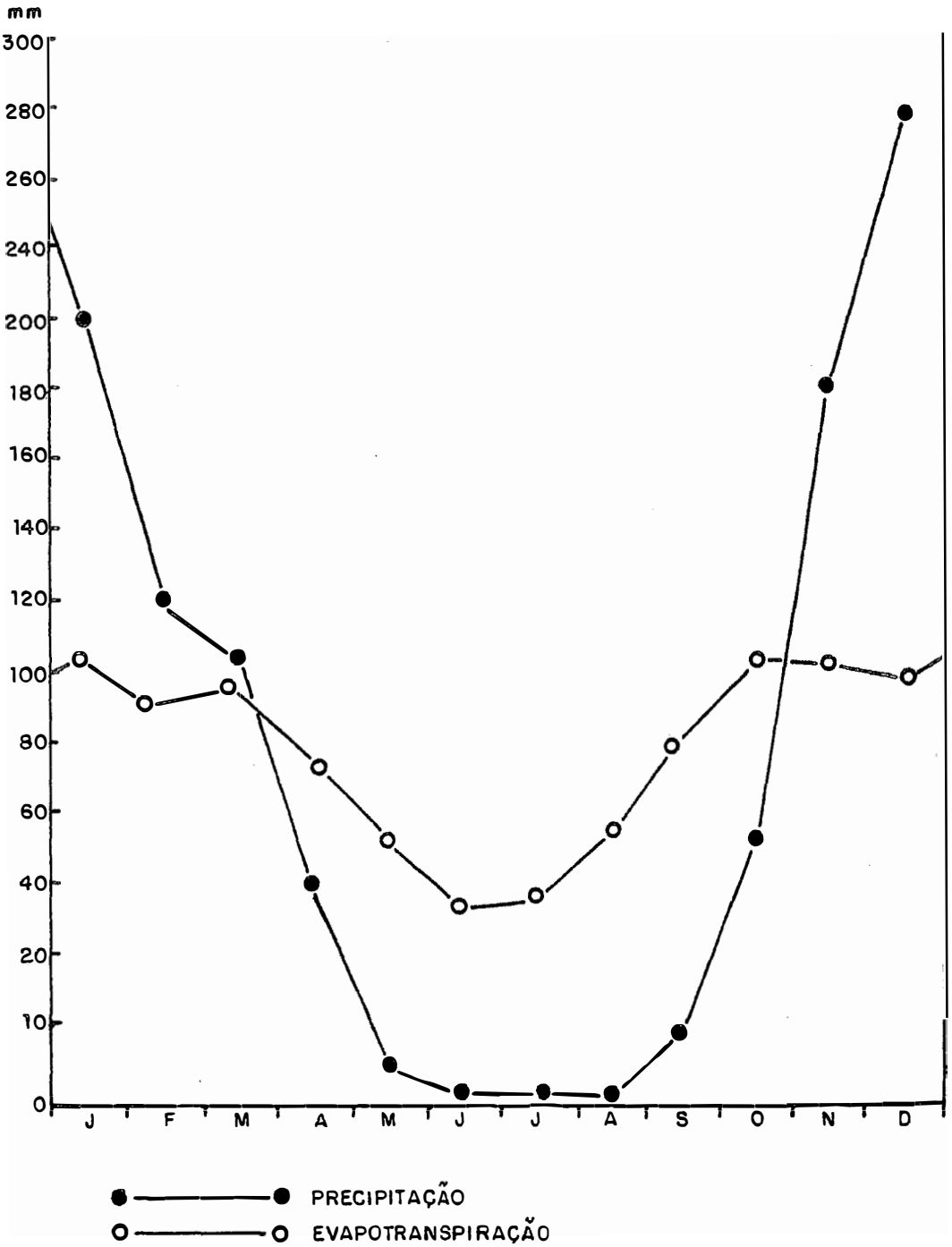


Figura 2. Balanço hídrico da região estudada (Pirapora).

Esses processos arrasaram os relevos existentes, transformando-os em uma extensa planície pontilhada de lagos e lagoas. Através do soerguimento ocorrido a partir do Terciário Médio, esta planície sujeitou-se aos ciclos erosivos (Ciclo Velhas) que sucederam do Terciário Superior ao Quaternário, destruindo a sua maior parte com o entalhe de inúmeros vales.

Os topos aplainados como o de Cristalina, a Chapada de Contagem e Chapada dos Veadeiros (mais ou menos 1.200 m) citados por *BRAUN (1971)*, e a área representada pela Serra da Água Fria, ramo ocidental da Serra do Cabral, no vale do rio São Francisco, *(PENTEADO et alii, 1971)* correspondem à superfície Sul Americana de *KING (1957)*.

As posições mais elevadas denominadas Superfícies Cristalinas *(GEIGER, 1960)* correspondem ao alto de uma dobra de fundo, situado entre os geossinclíneos do Paraná e São Francisco. Segundo *GEIGER (1960)* foi *RUELLAN (1952)* o primeiro a chamar a atenção para o fato, assinalando no Planalto Central um bombeamento entre as linhas paralelas SE e NW. O mesmo paralelismo é citado por *PENTEADO et alii (1971)* na vertente esquerda do geossinclíneo São Francisco, mantido por quartzíticos e orto-quartzitos na altura da Serra da Água Fria.

Soerguimentos epirogênicos do Terciário Superior foram os responsáveis pela formação deste relevo e o estabelecimento do ciclo erosivo das Velhas.

Movimentos tectônicos de afundamento ocorridos no Pleistoceno *(KING, 1956)* colocaram o fundo dos vales abaixo do nível dos planaltos adjacentes, possibilitando a formação da superfície do São Francisco de *PENTEADO e RANZANI (1970)*. Para os vales do rio Jequitaí e das Velhas este movimento tectônico repercutiu de forma escalonada. Os processos erosivos, além de marcarem as formas, deixaram evidências reconhecíveis na atualidade em forma de caráter textural diversificado, presença de superfícies truncadas, com casos de paleossolos associados a camadas de seixos rolados. Tais evidências sugerem a existência de antigos terraços de origem estrutural.

Os trabalhos realizados pelo Centro de Estudos de Solos na bacia do rio São Francisco abrangendo os afluentes Jequitaí *(CES, 1971 e 1977)*, Corrente *(CES, 1973)*, das Velhas *(CES, 1974)*, além do efetuado pela *RURALMINAS (1975)*, mostram a dominância de Ultissolos e Oxissolos para esta bacia.

PENTEADO e RANZANI (1970) são partidários de condições bem mais secas para o clima passado. Se verdadeira tal suposição, os processos pedogenéticos de caráter químico tiveram sua atividade freada pela insuficiência de água. Assim, os solos desenvolvidos nas superfícies mais antigas têm, como material parental, sedimentos de vários ciclos de erosão e deposição, podendo estar o seu estágio correlacionado com elevado estágio de intemperização destes sedimentos.

PENTEADO e RANZANI (1970) fazem referências, para a região de Pirapora - Jequitaí, no geossinclinal do São Francisco, à existência de várias superfícies erosivas. A primeira com idade relativa Terciário Inferior (Pd3 - Serra da Água Fria) situado aproximadamente a 1.200 metros; a intermediária com altura superior a 800 metros (Pd2 - Serra da Onça) do Terciário Superior e, o pediplano recente (Pd1 - Vale do São Francisco) do Pleistoceno médio com altitude inferior a 600 metros.

Os pediplanos Pd3 e Pd2 são ocupados por Latossolos Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo (Oxissolos), variando texturalmente de medianos a argilosos. São de ocorrência comum Latossolos arenosos e dejeções de quartzo e canga na superfície Pd2.

No pediplano recente (Pd1) dos autores acima (provavel pedimento com marcas de terraços) a diversificação de solos é grande, constatada por observações "in loco", havendo a dominância de Podzólicos Vermelho Amarelo, distróficos e eutróficos (Ultissolos e Alfissolos), seguidos de Latossolos distróficos (Oxissolos).

Nas bordas do anticlinal o calcário do Bambuí se expõem e Mo lissolos são encontrados por intemperização e formação "in situ".

Generalizando, para a planície aluvial Holocênica, os Incep tissolos e Entissolos a domina, conforme o tipo de sedimento e o grau de evolução apresentado.

Para a região estudada, o modelo de um pedimento retrabalhado por sucessivos terraços adapta-se melhor às condições existentes. A série Vazantes *(PENTEADO e RANZANI, 1970)* encaixa-se na forma de terraço deposicional *(RUHE, 1975)* e tem como contribuintes os sedimentos dos antigos solos Terciários em avançado estágio de intemperismo. A presença de solos eutróficos nesta série pode ser explicada por contaminações com materiais calcários. Para a planície aluvial os sedimentos devem conter um menor grau evolutivo, já que as cabeceiras dos rios que drenam para a bacia alto São Francisco entalham na atualidade um número variado de formações rochosas distintas, que contribuem com minerais pouco alterados, ou com possibilidade de alteração.

3.4. Fundamentos do relevo local e estratigrafia

Dentro da depressão São Francisco estudada por *PENTEADO e RANZANI (1970)*, a região pesquisada encontra-se no mais recente pediplano desenvolvido sobre formações Cambro-Ordovicianas por processo de meteorização mecânica e escoamento em lençol, em condições de clima bem mais seco que o atual, e é denominada Superfície de São Francisco *(PENTEADO, 1972)*.

Esta superfície apresenta-se recoberta por depósitos arenosos, frequentemente assentes sobre cascalheira de quartzo e canga, remanejados de antigos solos desenvolvidos sobre materiais paleozóicos da bacia. De acordo com os mesmos autores, esta fase de pediplanação foi colocada por cronologia relativa no Pleistoceno Médio, sendo que, no final deste período, um rebaixamento generalizado do eixo da bacia possibilitou a deposição

da Série Vazantes, e que sob a ação de retomadas erosivas atuais e sub-atuais, facultaram a formação dos terraços do referido rio.

A posição mais antiga nesta topossequência exibe um manto arenoso espesso em contato com cascalheira de quartzo e canga, numa profundidade variável, concordando com a citação anterior e, portanto, de idade Pleistocênica.

Analisando a planície aluvial pós-Pleistocênica, encontra-se uma deposição arenosa que diminui da margem do rio São Francisco para o interior da planície, chegando inclusive a desaparecer completamente. Este sedimento arenoso apresenta características diferentes, quando comparado com o da região pediplanada (Pdl), e está na atualidade recoberto por uma deposição recente síltico-argilosa.

A presença do embasamento plíntico em substituição à camada arenosa em profundidade, se amarra à possibilidade da existência de condições lacunares que ocuparam a posição de um antigo leito abandonado por este rio, hoje totalmente colmatado, sendo portanto, relicto de uma drenagem que já não existe na atualidade.

A Figura 3 procura mostrar em um corte as diferentes posições fisiográficas e os sedimentos que as compõem.

No Holoceno, necessário se faz ressaltar que esta topossequência envolve duas superfícies distintas: uma, de erosão atual, situada no talus da Serra da Onça, onde, devido ao acentuado relevo, a instabilidade é alta e os fatores de formação têm como antagônico natural o processo erosivo, mantendo-a constantemente rejuvenescida; a outra é deposicional e tem como representante a planície aluvial, onde o processo aditivo atuou marcadamente num passado relativamente próximo. Na atualidade os seus efeitos são evidenciados em áreas restritas e ocasionais. As marcas da evolução pedogênica, diferenciando solos, são perceptíveis nesta paisagem.

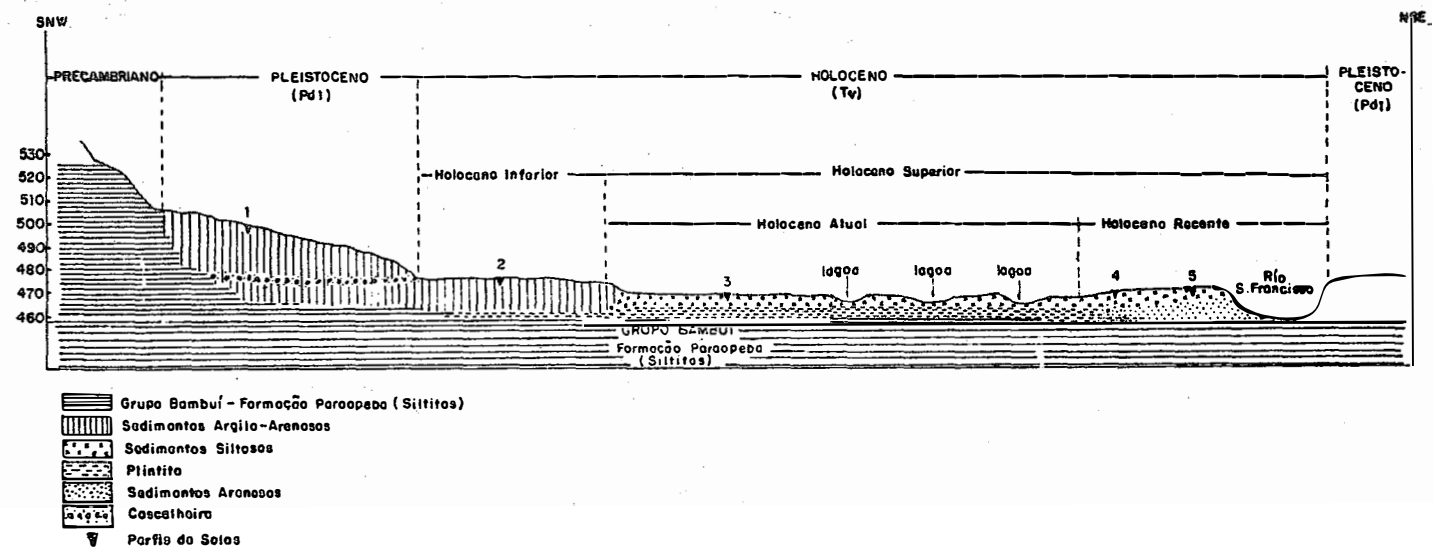


Figura 3 - Corte esquemático geológico, geomorfológico da região estudada e localização dos perfis.

Intercalado entre essas duas superfícies e exibindo sedimentos de um paleo terraço (Pdl), o material mais antigo (Pleistoceno) é o mais estável para o momento.

3.5. Geologia

Os aspectos geológicos locais pouco influenciaram a composição mineralógica do material parental dos diferentes solos envolvidos nesta topossequência, por se tratar de uma área onde a sedimentação é de origem fluvial. A sedimentação causada pelo rio São Francisco nesta paisagem tem em seu conteúdo a contribuição das diferentes formações rochosas que compõem a bacia de seu alto curso.

Os trabalhos de *PONÇANO e PAIVA (1972) e MATTOS e CUNHA (1977)* fazem menção aos seguintes grupos e formações que constituem o embasamento geológico desta bacia:

Grupo Espinhaço - composto de arenitos, quartzitos, conglomerados, filitos e argilitos, de ocorrência nas serras do Espinhaço e Cabral.

Formação Jequitaí - representada por diamictitos na região de Jequitaí e também por arenitos conglomeráticos assentados sobre quartzitos na borda ocidental e oriental da serra do Cabral, estendendo-se ao norte na serra Água Fria; nas exposições os diamictitos são rochas de coloração cinza-escura com poucos seixos de quartzito e sílex com características texturais de má seleção granulométrica e angulosidade, sugerindo origem glacial.

Grupo Bambuí - este grupo geológico compreende as formações Paranoá (inferior), Paraopeba (intermediária) e Três Marias (topo). As formações Paraopeba e Três Marias são as mais expressivas.

Formação Paraopeba - a sua litologia é variada, contendo calcários, quartzitos, siltitos, margas, argilitos e ardósias.

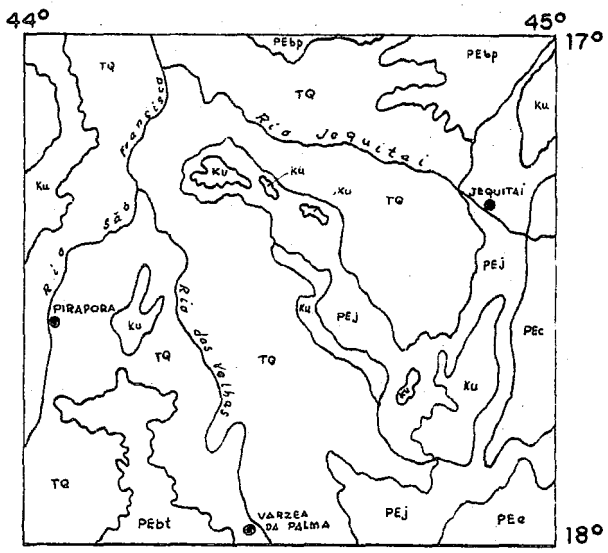
Formação Três Marias - assentado sobre a formação Paraopeba, os seus extratos são horizontais compostos de arenitos finos, siltitos, arcóseos.

Formação Urucuia - assenta-se sobre rochas do grupo Bambuí em discordância erosiva. São sedimentos cretácicos com dominância de arenitos endurecidos. Aparece como testemunha na paisagem geral devido à resistência adquirida por processos que envolveram silicificação e ou laterização.

Cobertura Terciário-Quaternário - capeiam indiscriminadamente quase todas as unidades geológicas. São coberturas detríticas geralmente cascalhentas de textura argilo-arenosa, podendo chegar à espessura de 10 a 15 metros, distribuindo-se em extensos chapadões de morfologia suave entre relevo regional acima de 550 metros de altitude.

Depósitos Quaternários - envolvem os sedimentos aluviais recentes, acompanhando as calhas dos rios e os terraços fluviais. Nos rios São Francisco, das Velhas e Jequitaí, estes depósitos são de grande amplitude textural, podem ir de cascalhentos a areno-argilosos e ou síltico-argilosos.

A Figura 4 mostra a representação espacial das formações geológicas que contribuíram para a formação dos sedimentos da área em estudo.



LEGENDA

CENOZÓICO

TQ COBERTURAS DETRÍTICO-LATERÍTICAS — areias, siltes, argilas, lateritas, etc.

T DEPÓSITOS TERCIÁRIOS — sedimentos arenosos amarelos e avermelhados

MESOZÓICO

Ku FORMAÇÃO URUCUIA — arenitos rosados e avermelhados, intercalações de folhelhos

Ka FORMAÇÃO AREADO — arenitos rosados com estratificação cruzada conglomerado basal

PRECAMBRIANO SUPERIOR

PEbt GRUPO BAMBUÍ — FORMAÇÃO TRES MARIAS — arcóseos, siltitos, arenitos finos

PEbp FORMAÇÃO PARAOPEBA — calcários, ardósias, filitos, siltitos, arcóseos, margas, folhelhos

PEc GRUPO CANASTRA — filitos e quartzitos

PRECAMBRIANO INFERIOR E MÉDIO

PEj FORMAÇÃO JEQUITAÍ — diamictitos, arenitos, filitos

PEe GRUPO ESPINHAÇO — arenitos, quartzitos, conglomerados, filitos

Figura 4 - Mapa geológico da região.

3.6. Vegetação

Ocupando indiscriminadamente posições antigas ou recentes, o cerrado é a comunidade vegetal dominante, não correlacionando, assim, nesta área, com mudanças, quer da paisagem, quer dos solos.

Apresenta características decíduas impostas pelas condições do clima sub-úmido atual.

Dentro da sua composição florística, poucas espécies foram preservadas pelo uso, e assim, entre os remanescentes dominam o Piqui *(Caryocar brasiliense St. Hil)*, Pau-terra *(Qualea grandiflora Mart.)*, Sambaíba *(Curatella americana Linn)*, além de outras não identificadas, porém de menor expressão.

Acompanhando o curso do rio São Francisco, em certas áreas, depara-se ainda com uma floresta ciliar aparentemente não decídua como se identificam facilmente a Aroeira *(Schimus sp.)* Pau-ferro *(Caesalpinia ferrea)*, Jatobá *(Hyminea courbaril Linn)* e outras. Nota-se a ação antropogênica contribuindo para alargar o território do cerrado, pois espaços que antes pertenciam a esta formação florestal, hoje se encontram sob seu domínio.

Em pequena proporção, e em posições sujeitas a inundações ocasionais no período chuvoso, a campina de várzea se faz presente, exibindo gramíneas variadas bastante duras.

O teor de matéria orgânica encontrado nos solos sob florestas ciliares é no geral bastante elevado. Isto decorre das condições microclimáticas existentes nas proximidades dos rios, que permitem a manutenção de condições vegetativas praticamente o ano todo, facultando um meio propício à interação dos processos biodinâmicos entre solo-planta. A capitação de elementos pela cobertura vegetal, as transformações processadas e o posterior retorno à superfície do solo, comportam-se como uma fonte de adição

exclusiva *(SIMONSON, 1959)*. A decomposição imposta pela atividade microbiana e a incorporação constante é uma fonte de energia para a aceleração dos processos intempéricos. É uma contribuição de forma lenta e contínua para o desenvolvimento e diferenciação de horizontes e solos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Seleção de área e amostragem

Fundamentalmente, esta área foi selecionada por conter em um pequeno espaço físico, materiais que participaram até o momento da evolução sofrida pelo vale do rio São Francisco.

A separação dos diferentes aspectos da paisagem, foi feita com o auxílio de fotos aéreas preto e branco em escala 1:25.000, procedentes da cobertura fotográfica realizada pela Cruzeiro do Sul em 1967. Os limites traçados na fotointerpretação prévia foram aferidos por sucessivas incursões ao campo.

Uma vez completa a delimitação em área representativa dos solos componentes de cada posição fisiográfica, procedeu-se à abertura de trincheiras, com dimensões de 2 x 1,5 x 1,5 metros, perfazendo ao todo cinco perfis e enumerados de 1 a 5 .

Nas descrições morfológicas dos perfis de solos, foram adotadas as normas preconizadas pelo *Soil Survey Manual (1951)*, sendo que na designação dos horizontes utilizou-se a nomenclatura a ser publicada pelo *SOIL TAXONOMY*.

Dos diferentes horizontes de cada solo, foram coletadas amostras de terra e acondicionadas em sacos plásticos com capacidade aproximada de 2 kg, para futuras determinações analíticas. A classificação destes solos pelo Sistema Brasileiro se encontra no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos Solos.

Pedon nº	Classificação
1	Latossolo Vermelho Amarelo, Epieutrófico, Álico, A fraco, textura média (LVA).
2	Podzólico Vermelho Amarelo Plíntico, Epieutrófico, Álico, A moderado, textura argilosa (PVA pl1)
3	Gley Pouco Húmico, Epieutrófico, Álico, A moderado, textura média (GPH).
4	Podzólico Vermelho Amarelo Plíntico, Epieutrófico, Álico, A moderado, textura barro argilo arenosa (PVA pl2).
5	Brunizem Avermelhado, textura limisa (BA).

4.2. Aparelhos utilizados

Raio-X

As análises difratométricas foram realizadas no Departamento de Geologia do Instituto de Feociências em São Paulo. Utilizou-se um aparelho Rigaku fabricado pela Hitachi. A fonte de irradiação usada foi um tubo de cobre com filtro de níquel e a unidade de força operou com 35 kw e 20 mA. A velocidade de varredura foi de 4^{o}/minuto e a do papel de 2 cm/minuto.

Microscópio Polarizante

Efetuou-se a análise microscópica em um aparelho de fabricação Carl Zeiss modelo Standard RP 48 com sistema de iluminação inserido diretamente no corpo do aparelho. O aumento mínimo usado foi de 80 vezes e o máximo 800 vezes.

4.3. Remoção de sais solúveis, matéria orgânica, MnO_2 livre e óxidos de ferro e manganês livre

Amostras de 10 g de TFSA de cada horizonte foram colocadas em boêmias de 250 ml e lavadas com solução de acetato de sódio a pH 5,0, para remoção de sais solúveis *(JACKSON, 1965)*. A seguir agregaram-se a esta suspensão 10 ml de peróxido de hidrogênio a 30 % para a oxidação da matéria orgânica e MnO_2 livre, repetindo esta operação as vezes necessárias para a completa destruição. Fez-se nova lavagem com acetato de sódio a pH 5,0 para eliminação de sais provenientes do ataque com a água oxigenada.

Para a remoção dos óxidos de ferro livre, as amostras anteriormente tratadas foram transferidas para frascos de 250 ml, adicionando-se 25 g de citrato de sódio e 2 g de ditionito de sódio, agitando lentamente por 16 horas em agitador horizontal. Finda esta operação, agrega-se uma solução de NaCl N para a floculação dos colóides, permitindo a sifonação do sobrenadante. Repetiu-se o tratamento até as amostras apresentarem coloração cinza ou branca.

4.4. Dispersão e separação das diferentes frações do solo

A dispersão das amostras foi feita seguindo as recomendações de *JACKSON (1965)*. A separação da fração areia total foi feita por tamisagem, usando-se um tamis com malha de 53 u de diâmetro, montado sobre funil, de maneira a receber o material com diâmetro inferior em uma proveta de 1000 ml. Neste material em suspensão, através da aplicação da Lei de Stockes, se

parou-se a fração argila total do silte. Com base na citação de *MALAGON (1975)*, o silte foi dividido em duas frações, uma maior que 20 u e outra menor. A fração areia total de cada horizonte, uma vez seca em estufa a 105°C, foi fracionada de acordo com a classificação adotada pelo *USDA*. Na fração dominante, denominada "moda", procedeu-se à separação dos minerais leves e pesados, utilizando bromofórmio de densidade 2.84 g/cm^3. O fracionamento foi conduzido em funis de haste longa com a adaptação de pontas de borracha, e os minerais leves e pesados foram coletados separadamente em papel de filtro para posterior pesagem.

4.5. Preparo e montagem das amostras

Argila

Alíquotas da fração argila foram transferidas para tubos de centrífuga de 100 ml e saturadas com KCl e $MgCl_2$ segundo as especificações de *JACKSON (1965)*. De cada amostra saturadada, tomou-se aproximadamente 1 ml de suspensão de argila e transferiu-se para lâminas de vidro colocadas em superfície plana, deixando secar naturalmente, facilitando a orientação.

As lâminas saturadas com K^+ a 25°C foram levadas ao raio-X e irradiadas no intervalo de 3° a 28° 2 θ. Em base aos dados obtidos, selecionaram-se lâminas que foram aquecidas a 350°C e a 550°C e irradiadas no mesmo intervalo, que ajudaram na identificação dos argilo-minerais. As amostras saturadas com Mg^{++} sofreram seleção e após serem tratadas com etileno glicol foram irradiadas entre 3° e 28° 2 θ. O reconhecimento dos argilo-minerais foi executado em função dos espaçamentos interplanares, com base no trabalho de *WARSHAW e ROY (1963)*.

Silte

As amostras de silte fino (< 20 u) foram levemente umedecidas e colocadas sobre lâminas de vidro com auxílio de uma espátula em forma de esfregaço e irradiadas num intervalo de 3° a 60° 2 θ. Para o reconhecimento foi utilizado o trabalho de *WARSHAW e ROY (1963)*.

Areia

Os minerais leves e pesados da fração areia modal para cada horizonte foram separados em bromofórmio ($d = 2,8\ g/cm^3$). A fixação em lâmina de vidro se fez com resina Lackside de índice de refração conhecido e os grânulos foram recobertos por lamínula de vidro, tendo o máximo cuidado em eliminar as bolhas de ar. O reconhecimento microscópico dos minerais componentes da fração leve ou pesada, sob luz polarizada, se faz em base as características óticas exibidas pelo mineral. Estas características são próprias de cada espécie, possibilitando assim a identificação dos mesmos.

Foram contados 200 grânulos em média, percorrendo a lâmina no sentido horizontal e vertical. A distância entre pontos adotados foi de 2 mm, contando-se os grânulos próximos ao retículo. Na identificação fez-se uso dos trabalhos de *KERR (1959)*, *BLOSS (1961)* e *PERES MATEOS (1964)*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Mineralogia da fração areia

Os dados mineralógicos da fração areia estão apresentados no Quadro 3. O quartzo é o mineral dominante entre os minerais componentes da fração leve para todos os solos. Além do quartzo, nesta fração também ocorrem os plagioclásios calco-sódicos, mica e microclina. Dentre os minerais pesados, além da dominância dos opacos, salienta-se também a presença da mica, silimanita, zirconita, turmalina, estaurolita e hornblenda.

O Latossolo Vermelho Amarelo (pedon 1) possui uma mineralogia compatível com a sua natureza, ou seja, dominância de minerais primários relativamente resistentes ao intemperismo, como é o caso do quartzo, zirconita e turmalina, estando coerente com os resultados encontrados por *CAVALCANTI (1977) e LEPSCH (1977)* para Latossolos Vermelho Escuros.

Este solo, além de ocupar a superfície mais atingida nesta topossequência, evoluiu a partir de sedimentos retrabalhados em avançado estágio de intemperização *(PENTEADO, 1972)* justificando assim a ausência de minerais menos resistentes e que são comuns aos outros solos aqui estudados. A presença de estaurolita em percentagem relativamente elevada, sugere a

contribuição de rochas metamórficas a estes sedimentos. Estas rochas são encontradas não só nas cabeceiras do rio São Francisco, como também nas dos afluentes que compõem a bacia de seu alto curso. Outros minerais primários de menor resistência que possam ter contaminado este sedimento já intemperizado, no curso de seu retrabalhamento e deposição, o tempo, como principal fator, aliado às alternâncias climáticas secas e úmidas ocorridas após o período deposicional e as boas condições de drenagem se encarregaram da destruição.

O pedon 2 (PVA p11) difere na composição mineralógica do pedon 1. Neste solo, além dos minerais presentes no perfil anterior, nota-se a presença de mica e de alguns plagioclásios principalmente na camada mais profunda. Estes minerais conferem a este solo um caráter menos evolúido. Tal fato se deve a diversos fatores, entre os quais, a posição de ocorrência e as condições de drenagem decorrentes desta posição. Este pedon, apesar de ocupar a posição de um antigo terraço, localiza-se em uma superfície mais recente que a ocupada pelo anterior, tendo em consequência disto, menor tempo para a sua formação. O horizonte inferior, com problemas de encharcamento temporário, vem sofrendo um decréscimo na lixiviação, reduzindo assi, a taxa de decomposição dos minerais, possivelmente pela manutenção da atividade elevada do H_4SiO_4 *(DHANPAT RAI e LINDSAY, 1975)*. A ausência de minerais facilmente alteráveis (plagioclásios calco-sódicos) nas camadas superiores pode ser explicada pela ação mais intensa dos processos pedoquímicos de alteração *(JACKSON e SHERMAM, 1953)*.

Os dados mineralógicos do pedon 3 (LH) mostram de maneira geral as mesmas espécies minerais que os demais pedons já observados, diferindo entretanto na quantidade de tais minerais, principalmente nos teores de plagioclásios, mica e a presença de hornblenda e microclina. A presença de plagioclásios e hornblenda ilustram o caráter pouco evolutivo deste solo. Examinando-se a Figura 3, nota-se que o pedon 3 ocorre numa posição deprimida sujeita a condição de encharcamento total temporário. Os dados morfológicos têm ressaltado a condição de drenagem impedida para todos os horizontes deste solo. Nestas condições de drenagem imperfeita, com a manutenção de um

ambiente mais úmido, a lixiviação é grandemente reduzida, afetando o processo de hidrólise, onde os minerais se intemperizam mais vagarosamente *(KITTRICK, 1969)*. Os valores mais altos de plagioclásios calco-sódicos e horn - blenda na camada superior deste pedon são decorrentes de adições realizadas por transbordamentos ocasionais do rio São Francisco.

O pedon 4 (PVA pl2) também possui uma mineralogia muito rica em minerais primários facilmente intemperizáveis, como principalmente plagioclásios e hornblenda, o que vem evidenciar o caráter pouco evolutivo deste solo. A ocorrência destes minerais está aliada, além das condições anteriormente descritas para o pedon 3, porém menos severas, a um período deposicional mais recente dos sedimentos que lhe deram origem, acarretando um menor tempo de evolução.

Ocorrendo nas proximidades do rio São Francisco, o pedon 5 tem recebido grande contribuição deste rio em sua mineralogia. Os dados apresentados no Quadro 3 ilustram tal fato. As quantidades de plagioclásios, mica e hornblenda são realmente muito elevadas quando comparadas com os demais solos. As condições de drenagem são excelentes, não havendo qualquer impedimento, como descrito no exame morfológico.

A ocorrência deste percentual elevado de minerais facilmente decomponíveis no pedon 5 (BA) está associado, não só a um período deposicional recente dos sedimentos, resultando em menor tempo de exposição aos processos de alteração, mas também, às condições climáticas, pois segundo *PENTEADO (1972)*, o clima passado foi mais seco que o atual, não havendo portanto condições para o estabelecimento de processos pedoquímicos de dissolução, por insuficiência de água pedologicamente ariva no sistema. A evolução climática evidenciada na atualidade por um clima sub-úmido (Quadro 1), tem facultado a alteração destes minerais, verificado no Quadro 3, pela diminui - ção dos plagioclásios calco-sódicos nas camadas superficiais.

Quadro 3 - Análise mineralógica da fração areia em porcentagem de ocorrência de minerais.

Minerais Pesados	Pedon 1						Minerais Leves
	Horizontes			Horizontes			
	A1	Bsq1	Bsq2	A1	Bsq1	Bsq2	
Opacos	71	71	79	100	100	99	Quartzo
Turmalina	5	5	5	-	-	1	Mica
Zirconita	3	3	1				
Estaurolita	11	16	14				

Pedon 2

	A1	Bt1	Bt2	Cpn	A1	Bt1	Bsq2	Cnp	
Opacos	88	89	88	86	99	99	99	93	Quartzo
Turmalina	-	-	1	4	1	1	1	3	Mica
Zirconita	2	-	-	-	-	-	-	4	Plagioclásio
Silimanita	2	5	3	-					
Mica	4	4	5	6					
Outros	2	2	3	4					

Pedon 3

	A1	Bt1	Bt2	Cpn	A1	Bt1	Bt2	Cpn	
Opacos	53	58	48	49	80	80	82	84	Quartzo
Turmalina	7	6	9	4	2	1	2	1	Mica
Zirconita	5	7	4	7	15	12	13	11	Plagioclásio
Silimanita	2	3	4	2	2	3	3	3	Microclina
Estaurolita	2	3	6	7	1	4	-	-	Outros
Hornblenda	5	1	4	7					
Mica	14	20	21	20					
Outros	2	2	2	1					

(Continua)

Quadro 3 - Continuação.

Minerais Pesados	Pedon 4 Horizontes						Horizontes				Minerais Leves
	A1	B/A	Btpn2	2C	3Cpn	A1	B/A	Btpn2	2C	3Cpn	
Opacos	54	70	56	55	56	82	81	86	86	86	Quartzo
Turmalina	10	4	11	6	6	1	3	-	-	-	Mica
Zirconita	-	-	2	7	3	14	16	12	13	18	Plagioclásio
Silimanita	3	1	5	4	2	3	-	1	-	2	Microclina
Estaurolita	5	5	1	1	2	-	-	-	-	-	Outros
Hornblenda	5	5	3	3	3						
Mica	20	14	19	21	23						
Outros	-	-	3	1	4						

Pedon 5

	A1	A2	Bt1	Bt2	2C	A1	A2	Bt1	Bt2	2C	
Opacos	62	71	72	59	54	89	83	83	83	79	Quartzo
Turmalina	3	2	1	2	3	5	4	2	1	1	Mica
Zirconita	4	3	2	2	3	6	8	12	14	16	Plagioclásio
Silimanita	-	2	2	1	1	-	3	2	-	3	Microclina
Estaurolita	3	2	1	2	3	-	2	1	2	1	Outros
Hornblenda	6	6	2	12	9						
Mica	25	10	15	20	25						
Outros	3	2	3	2	2						

Os sedimentos que deram origem aos diferentes solos encontrados nesta topossequência pertencem ao retrabalhamento imposto pelo rio São Francisco. A diversificação em minerais primários, decomponíveis ou não, tem suas origens nas diferentes formações rochosas *(MATTOS e PEREIRA DA CUNHA, 1977 e PONÇANO e PAIVA, 1972)* encontradas na rede hidrográfica que compõe o alto curso deste rio, as quais cederam minerais à composição destes sedimentos (Figura 4).

À medida que se distancia do referido rio, a porcentagem média de minerais facilmente decomponíveis, obtida pela soma de hornblenda e plagioclásios, diminui, chegando a desaparecer completamente na posição ocupada pelo pedon 1. Realça nesta topossequência a deposição mais recente dos sedimentos na planície aluvial para os pedons 3, 4 e 5, quando comparados com 1 e 2, destacando-se o tempo como agente de decomposição dos minerais e formador dos solos.

A Figura 5 mostra a colocação dos pedons em relação ao rio em função da porcentagem média de hornblenda e plagioclásio.

5.2. Mineralogia da fração silte fino deferrado (2-20 u)

Dos minerais primários anteriormente diagnosticados na fração areia dos pedons estudados, o quartzo, mica e pequenas proporções de feldspatos são facilmente identificáveis na fração silte através da difração dos raios X.

A caulinita como mineral secundário é comum a todos os solos, podendo a sua ocorrência estar relacionada como herança do material original, ou ser produto da alteração dos minerais primários, feldspatos e micas. Esta mesma explicação se estende aos minerais secundários de grade 2:1 e interestratificados que ocorrem nos pedons 3, 4 e 5.

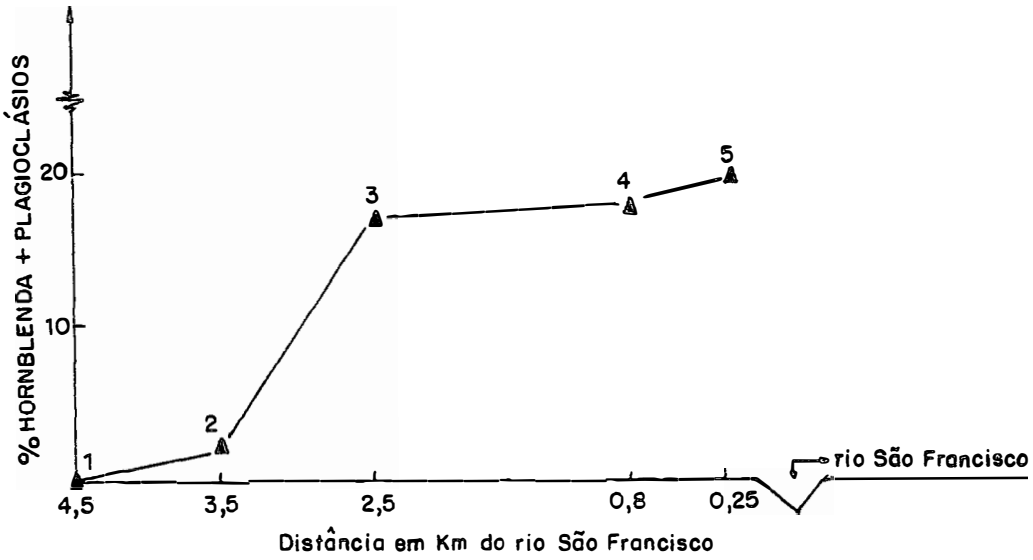


Figura 5 - Porcentagem de hornblenda + plagioclásios dos pedons em relação à distância do rio São Francisco.

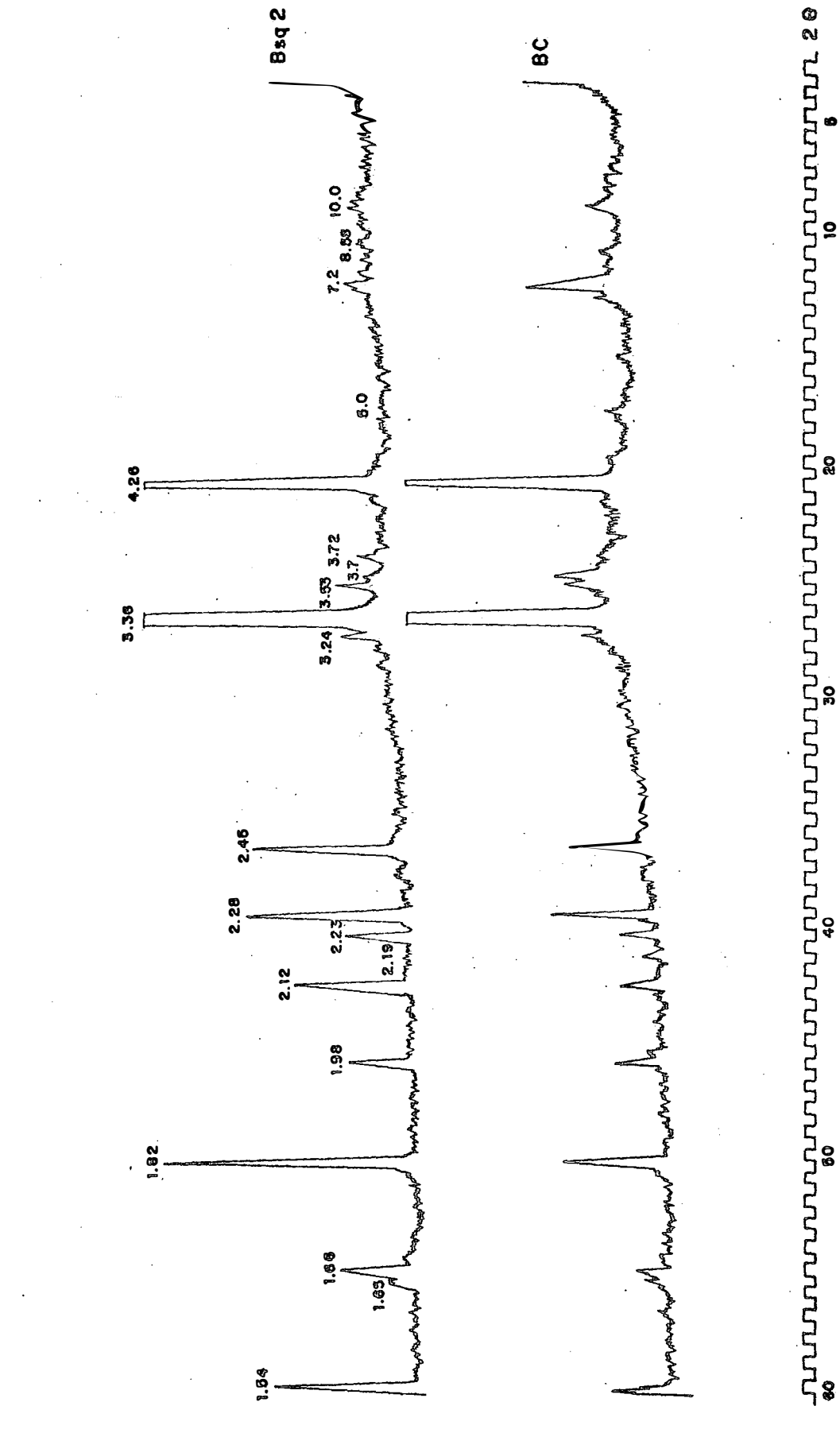


Figura 6 - Difratograma da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 1.

O pedon 1 (LVA) tem os seus resultados mineralógicos expressos na Figura 6. A dominância de quartzo é evidenciada pela intensidade relativa dos picos (4,26 Å e 3,36 Å), nas camadas analisadas. Os horizontes superiores deste solo não foram analisados devido à pequena quantidade de material na fração entre 2-20 u.

A intensidade e nitidez do pico da culinita aumentam do horizonte Bsq2 ao BC sugerindo prováveis hipóteses para tal acontecimento. O aumento em profundidade pode estar associado à sua presença no material de origem, uma vez que estes sedimentos são retrabalhados. Os valores menores no horizonte Bsq2 poderiam estar ligados à transformação deste mineral em outro, hipótese esta descartada pela ausência de gibbsita. Uma outra explicação seria que a caulinita está sendo formada a partir da alteração de minerais como mica e feldspato, justificando assim os picos mal definidos devido a um baixo grau de cristalinidade *(MONIZ et alii, 1976)*. Pequenos picos a 10 Å e a 3,24 Å mostram a ocorrência de mica e feldspato nesta fração.

Em um estágio de evolução pouco menor o pedon 2 (PVApl1) (Figura 7), difere do anterior pela presença de minerais interestratificados a 11,6 Å e de feldspatos que desaparecem na camada superficial possivelmente devido a sua alteração. Para o pedon 3 (H), comparativamente os teores relativos de mica (10 Å) e caulinita são maiores nas camadas superficiais,demonstrando uma ação intempérica mais ativa sobre os minerais primários transformando-os em argilas (Figura 8). Estes horizontes estão sujeitos a períodos úmidos prolongados, facilitando a transformação de vermiculita (14,24 Å), interestratificados (12,26 Å), mica (10 Å) e caulinita (7,2 Å). A situação do pedon no relevo condiciona-lhe uma drenagem imperfeita, permitindo a permanência das bases, sílica e alumínio indispensáveis à síntese dos minerais *(KITROCK, 1969)*.

O pedon 4(PVApl2)é bastante rico em mica(10Å) e caulinita (7,24 Å) fato este verificado pela intensidade dos picos apresentados na Figura 9. Comparativamente os horizontes A1 e Bt1 são bastante similares em conteúdo

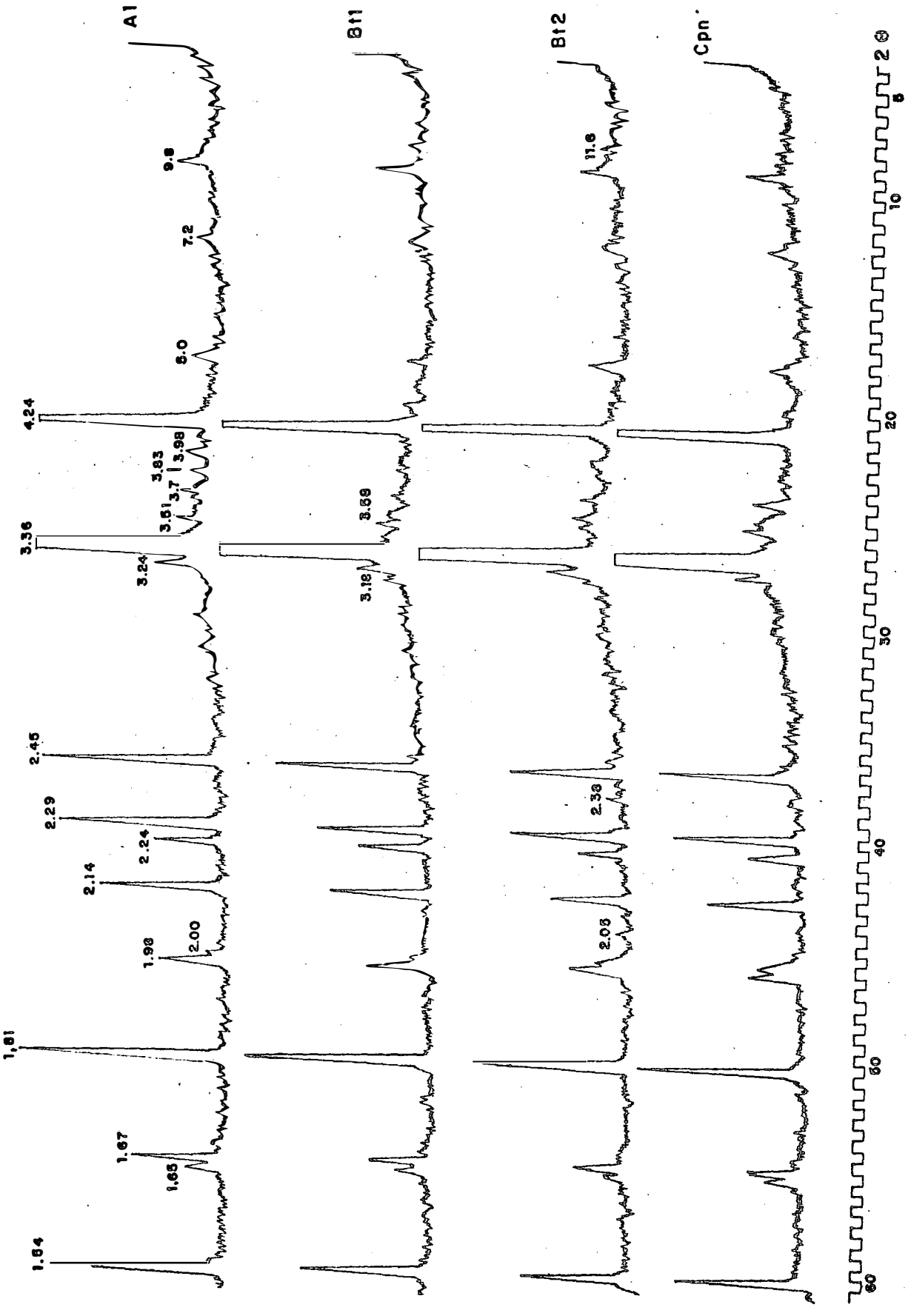


Figura 7 - Difratogramas da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 2.

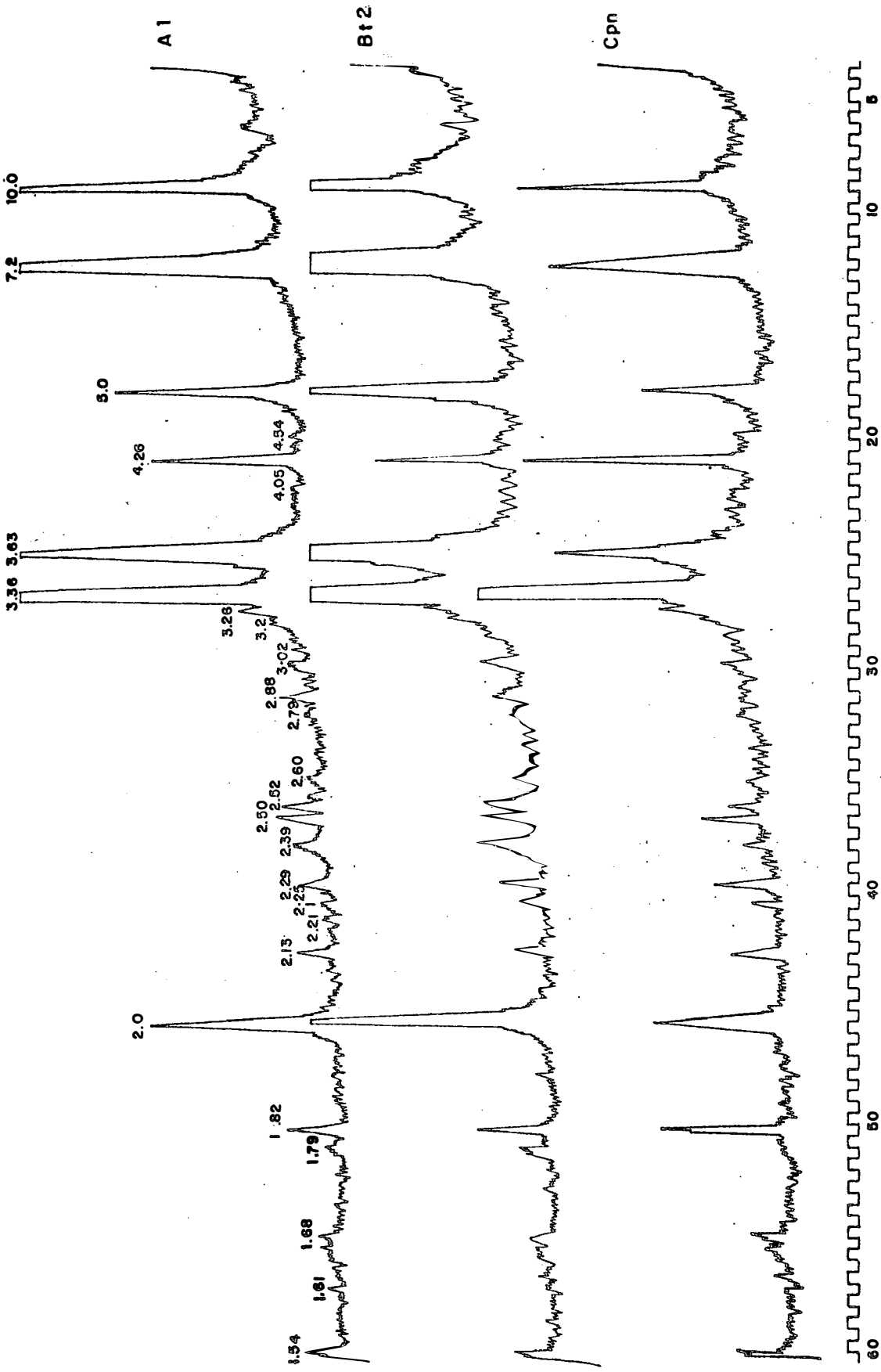


Figura 8 - Difratogramas da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 3.

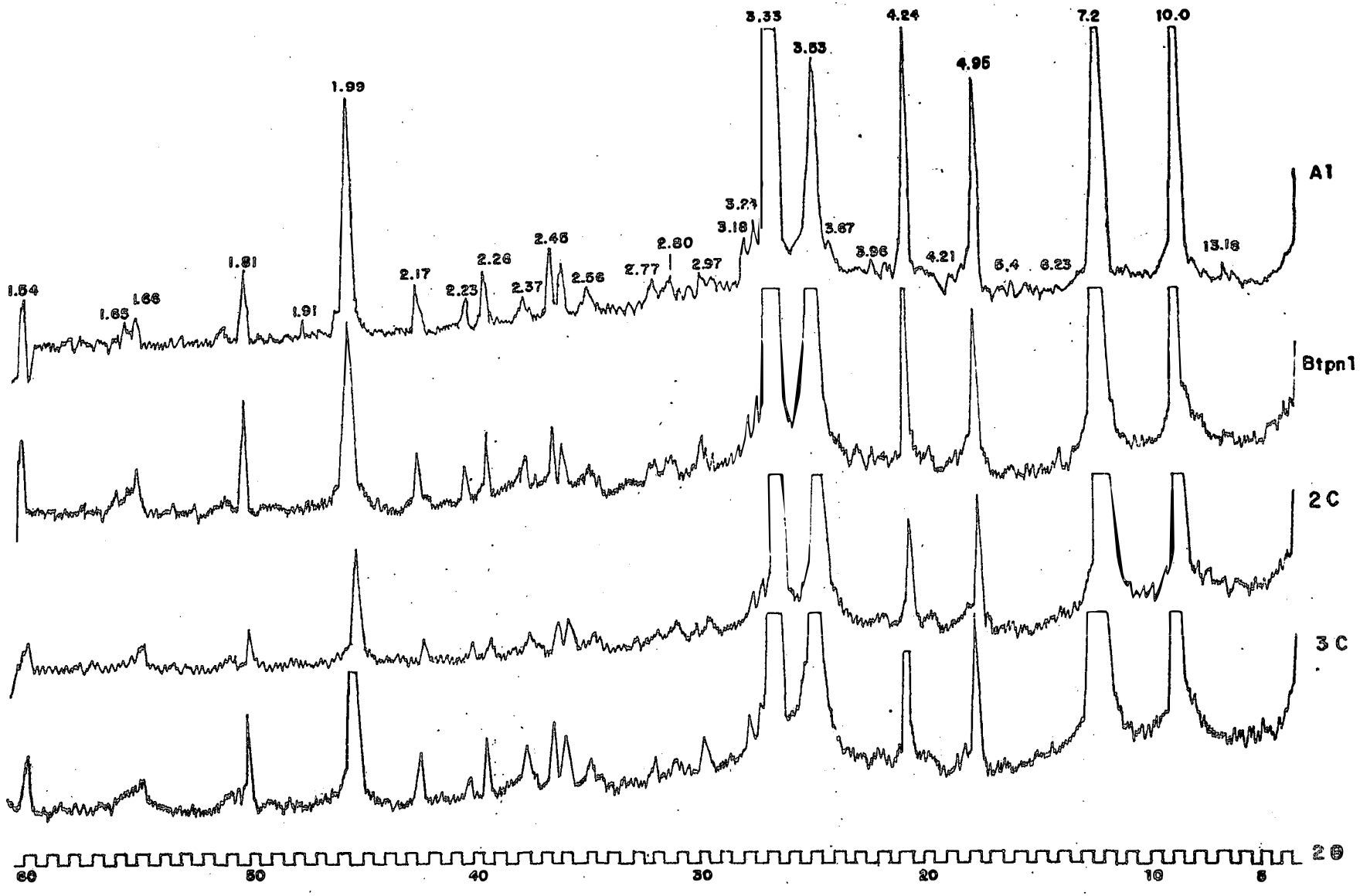


Figura 9 - Difratogramas da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 4.

de minerais primários e secundários nesta fração. As demais camadas fazem parte de uma série de descontinuidades litológicas, dificultando uma análise comparativa.

Para o pedon 5 (BA), ecluindo o último horizonte, por não fazer um contínuo com os demais, pode-se dizer que a camada superficial vem sofrendo as maiores transformações em sua mineralogia. A intensidade dos picos, principalmente da caulinita (7,2 Å), quando comparado com o horizonte Btl dá essa idéia. Os minerais argilosos encontrados são o reflexo do processo de intemperização sobre os minerais primários facilmente decomponíveis, abundantes neste pedon que, apesar de bem drenado, mantêm as condições para a formação de vermiculita (14,24 Å), interestratificados (mica-vermiculita 11 Å) e mica (10 Å), devido, talvez à liberação constante dos elementos necessários através da dissolução dos minerais primários. Os resultados da análise da fração silte fino para este pedon encontram-se na Figura 10.

O intemperismo químico pode ser acelerado pela ação dos processos físicos de decomposição, que promovem a subdivisão dos minerais, aumentando a superfície específica, levando-os a tamanhos mínimos, onde a estabilidade não pode ser mantida *(JACKSON, 1948)* citado por *JACKSON e SHERMAN (1953)*. Para as condições estudadas, os processos físicos atuaram durante o transporte e deposição dos sedimentos. A ação atual é praticamente nula, ficando o intemperismo a cargo dos processos químicos onde a hidrólise desempenha papel fundamental. Suas ações vêm sendo freadas principalmente pelas condições do clima passado e atual, possibilitando a ocorrência de minerais de fácil alteração nas frações silte fino e areia.

5.3. Mineralogia da fração argila deferrada

Nesta topossequência, independente do estágio de evolução apresentado pelos solos ou posição fisiográfica ocupada, a caulinita (7,2 Å) é o mineral de argila dominante, contribuindo com mais de 50 % na composição mineralógica dos cinco pedons estudados (Quadro 4). Em proporções menores a

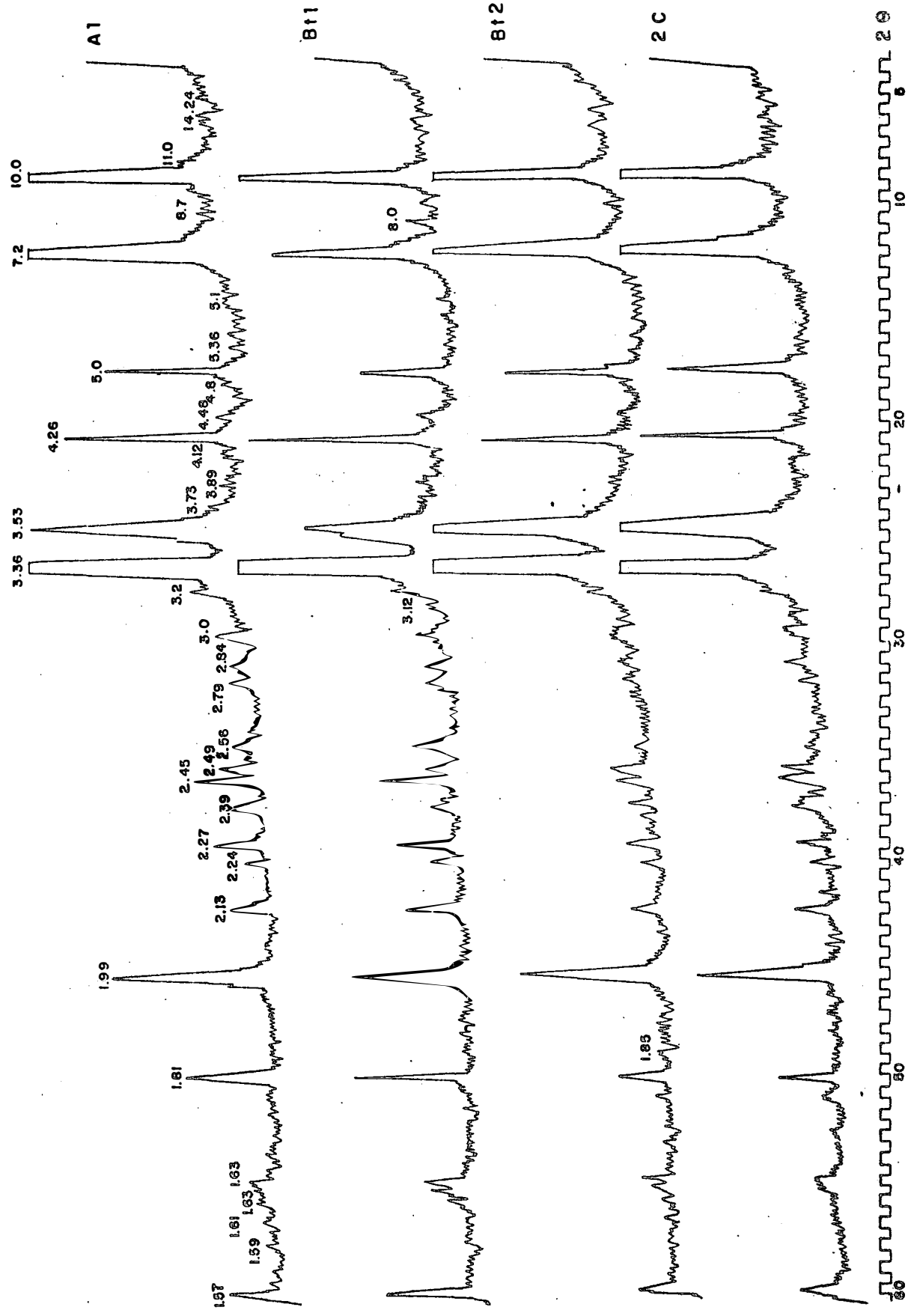


Figura 10 - Difratogramas da fração silte fino (2-20 u) deferrada do pedon 5.

mica (10 Å) é o segundo mineral em importância de ocorrência, variando amplamente os seus valores relativos.

Quadro 4 - Composição mineralógica e semi-quantitativa dos minerais da fração argila dos solos estudados.

Pedon	Horizontes	Minerais*
1	A1	C3, Mit, It
	Bsq1	C3, Mit, It
	Bsq2	C3, Mit, It
	B/C	C3, Mit, It
2	A1	C3, Mi2, It
	Bt1	C3, Mi1, It
	Bt2	C3, Mi1, It, CLt
	Cpn	C3, Mi1, It, CLt
3	A1	C3, Mi2, It, CLt, Vt, Mt
	Bt1	C3, Mi2, It, CLt, Vt, Mt
	Bt2	C3, Mi1, It, CL1, Vt, Mt
	2Cpn	C3, Mi1, It, CL1,Vt, Mt
4	A1	C3, Mi2, It, CLt, Vt, Mt
	B/A	C3, Mi2, It, CLt, Vt, Mt
	Bt1	C3, Mi1, It, CLt, Vt, Mt
	Btpn2	C3, Mi1, It, CLt, Vt, Mt
	2C	C3, Mi1, It, CLt, Vt, Mt
	3Cpn	C3, Mi2, It, CLt, Vt, Mt
5	A1	C3, Mi2, It, Vt, Mt
	A2	C3, Mi2, It, Vt, Mt
	Bt1	C3, Mi2, It, Vt, Mt
	Bt2	C3, Mi2, It, Vt, Mt
	2C	C3, Mi2, It, Vt, Mt

* C = caulinita, Mi = mica, I = interestratificados, CL = clorita, V = vermiculita, M = montmorilonita. Os números indicam quantidades relativas em função de intensidade dos picos de raios X t = traços; 1 = 10-20 %, 2 = 20-50 % e 3 => 50 %.

Os minerais interestratificados (vermiculita cloritizada, mica-vermiculita) ocorrem em proporções menores que 10 % em todos os pedons . Isto sugere que na evolução destes sedimentos aos solos atuais, a transformação da mica em caulinita tenha um estágio intermediário de minerais interestratificados. *JACKSON (1964)*, refere-se à formação destes minerais em condições tropicais, devido à deposição de hidróxidos de alumínio polimerizados nos espaços interlaminares das vermiculitas e montmorilonitas, tornando-os relativamente estáveis.

Os conteúdos elevados de caulinita e mica podem ser explicados pela diversificada composição mineralógica das frações mais grosseiras analisadas, como produto de alteração destes minerais primários e também por herança do substrato de origem, que tem em sua composição materiais pertencentes à bacia fornecedora do alto curso do rio São Francisco. A ocorrência de clorita nos pedons 2, 3 e 4 provavelmente foi herdada do sedimento de origem destes solos, ou formada "in situ" pela alteração da mica ou hornblenda *(STEPHEN, 1952b)*.

O tempo de deposição dos sedimentos aumenta à medida que a distância em relação ao rio se torna maior. Assim, o processo de intemperismo atuou até o momento diferentemente sobre estes minerais, condicionando um aumento de minerais de grade 2:1 à medida que a proximidade ao rio se faz maior (pedons 4 e 5) comparados com os pedons 1 e 2.

No pedon 1 a caulinita é o mineral dominante com mais de 50 %, sendo identificada pelos picos de 7,2 Å em amostras saturadas com potássio a 25°C, desaparecendo quando aquecida a 550°C. Este mineral ocorre juntamente com a mica (10-20 %) reconhecida pela permanência do pico de 10 Å independente do tratamento sofrido pela amostra. O bandeamento dos picos entre 10 Å e 14 Å, na amostra saturada com potássio, indica a presença de minerais interestratificados de grade 2:1 (Figuras 11 e 12).

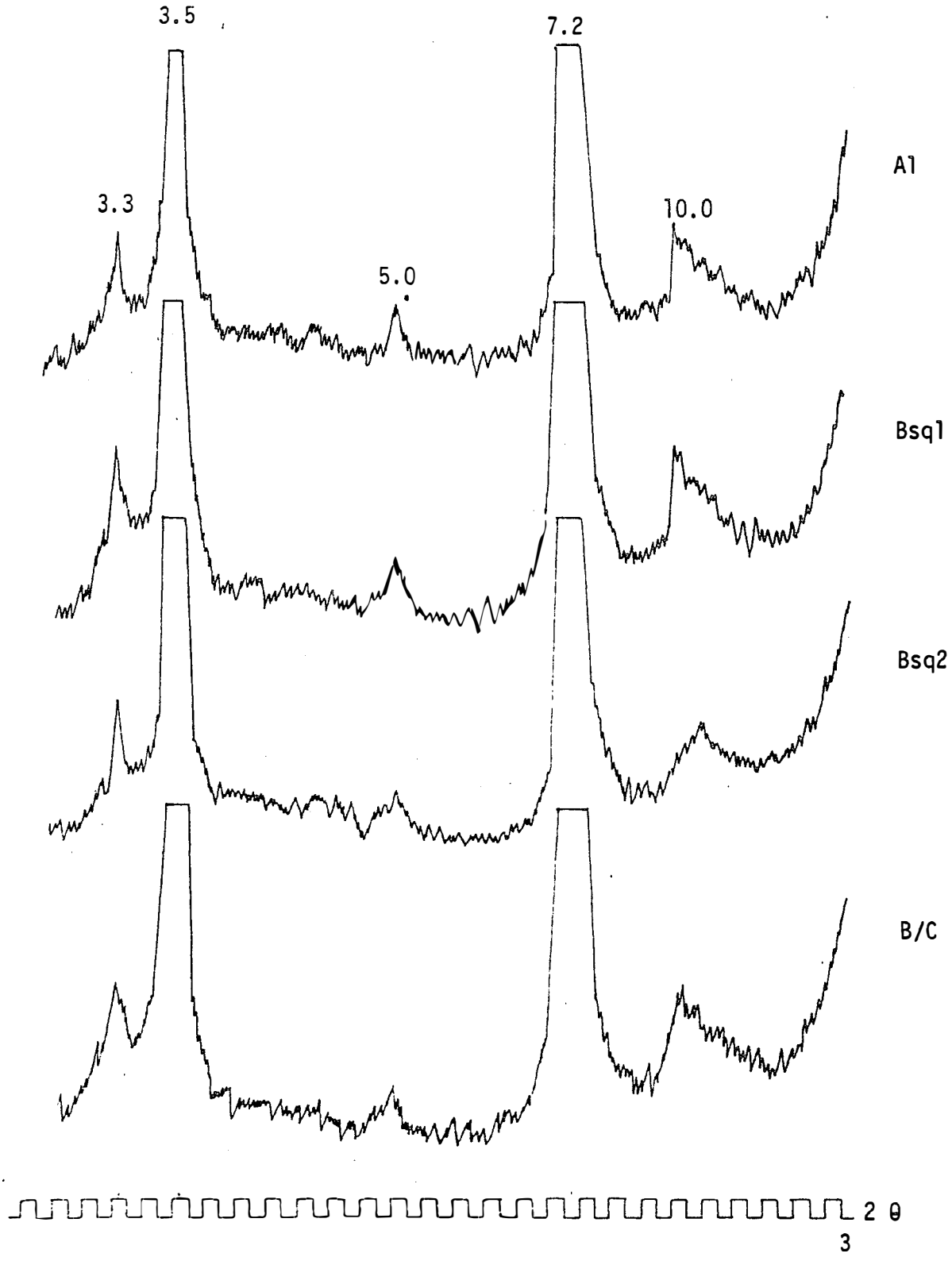


Figura 11 - Difratogramas da fração argila (<2 u) deferrada do pedon 1.

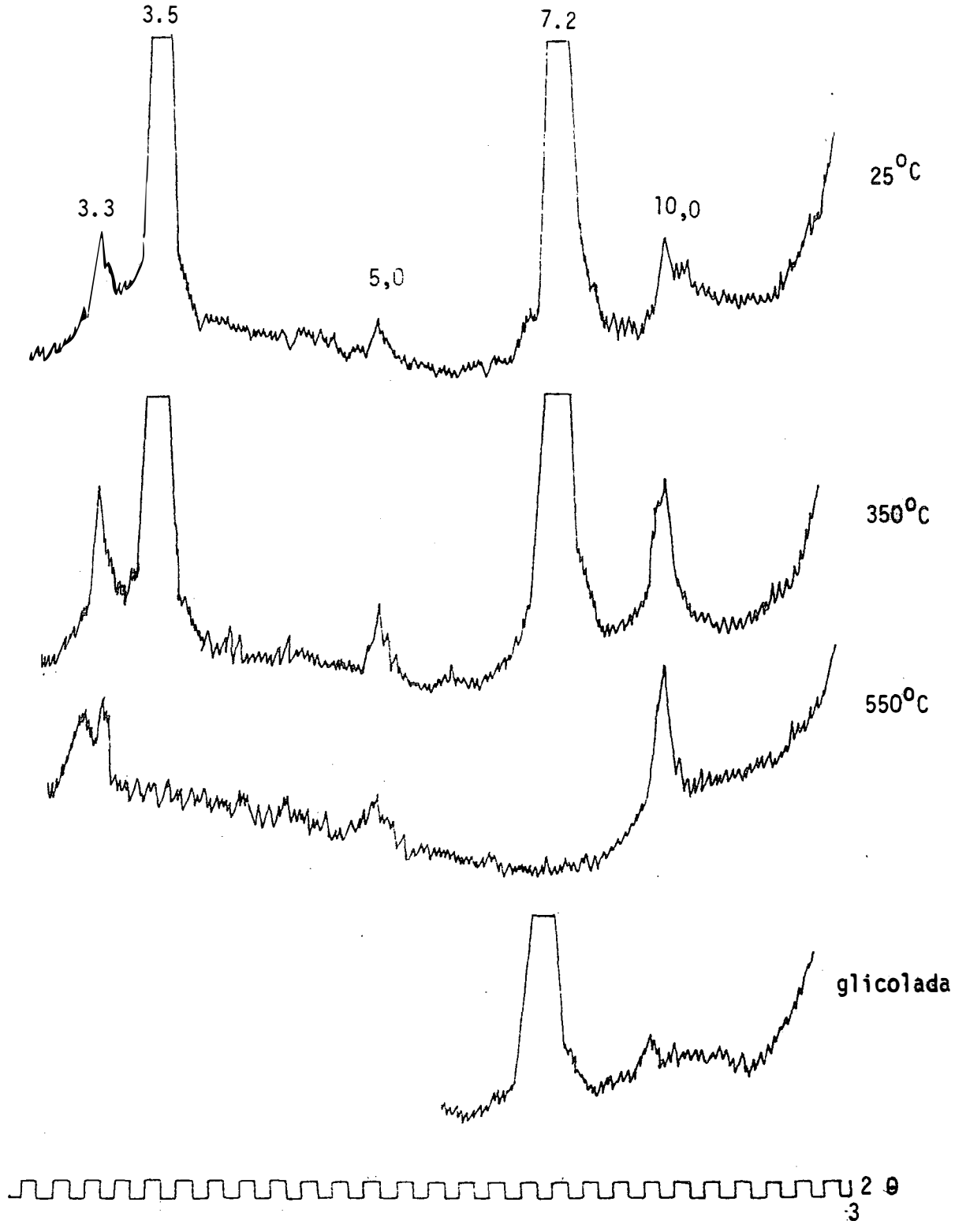


Figura 12 - Difratogramas da fração argila (< 2u) deferrada do horizonte B do pedon 1.

Apesar deste solo ocupar a posição mais antiga na paisagem, a ausência de gibbsita deve-se provavelmente à capacidade deste solo em manter a atividade de H_4SiO_4 em solução, fora do campo de estabilidade deste mineral. Estes resultados concordam com os obtidos por *LEPSCH et alii 1977a)* para os solos das superfícies mais antigas do planalto de Echaporã.

A caulinita é encontrada juntamente com a mica em teores bastante baixos na fração 2 a 20 u, não sendo notada a presença de outros minerais 2:1 e 2:2. Na fração argila há um pequeno acréscimo nos valores de mica e dos interestratificados, sendo que a caulinita passa a ser o mineral dominante. Isto sugere a herança do material parental ou a síntese deste mineral a partir da mica, passando por um estágio intermediário entre mica-vermiculita ou vermiculita cloritizada, sendo que os seus valores relativos mostram a tendência de aumentar em profundidade (Figuras 11 e 12). A monossialitização *(MELFI e PEDRO, 1977)* ou dissilicatização moderada *(JACKSON, 1964)* pode ser induzida pelo aumento da concentração de SiO_2 promovido pela presença de quartzo, fazendo regredir a hidrólise dos aluminossilicatos, modificando o tipo de alteração. *FAUCK (1970)*, em citação de *MELFI e PEDRO (1977)*, mostra que o quartzo chega a impedir que a alitização se desenvolva.

Os difratogramas de raios X, apresentados nas Figuras 13 e 14, mostram para o pedon 2 a composição mineralógica da sua fração argila (< 2u). A caulinita é o mineral dominante em todo o pedon, seguido por mica, interestratificados e traços de clorita, restrita às camadas mais profundas deste pedon. Os teores relativos de caulinita podem ser considerados constantes em todas as camadas, exceção feita para o horizonte Cpn, onde seu valor diminui. As condições de drenagem imperfeita deste horizonte facultam a formação de minerais menos intemperizados.

A intensidade dos picos de mica (10 Å) conduz a valores relativos de 20 a 50 % deste mineral no horizonte A para 10 a 20 % nos horizontes inferiores a ele. O aumento de mica em superfície pode ser explicado pela transformação de minerais primários das frações mais grosseiras, como pode ser verificado no Quadro 3 e pelo desaparecimento do pico de 3,18 Å na fra-

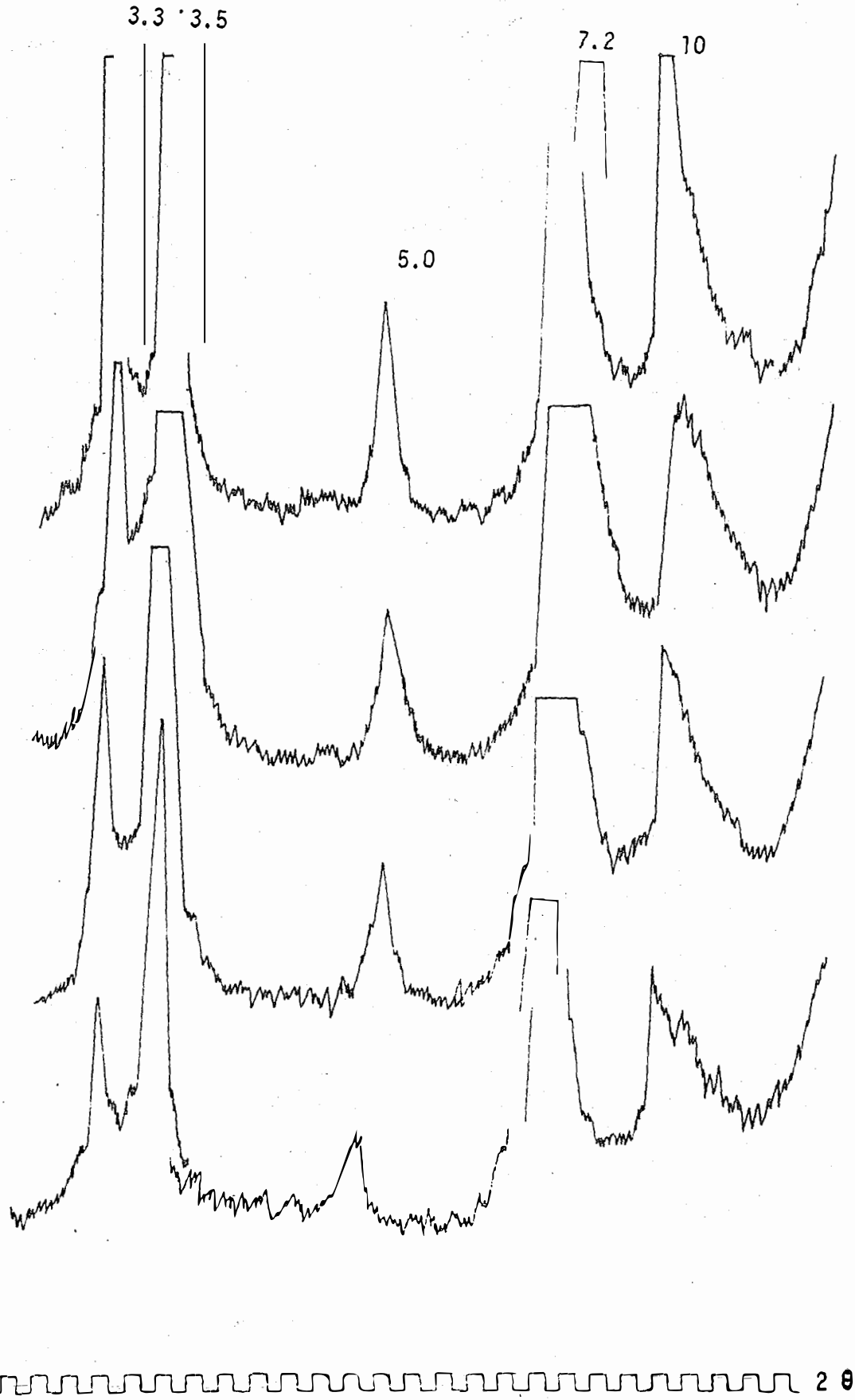


Figura 13 - Difratogramas da fração argila (< 2u) deferrada do pedon 2.

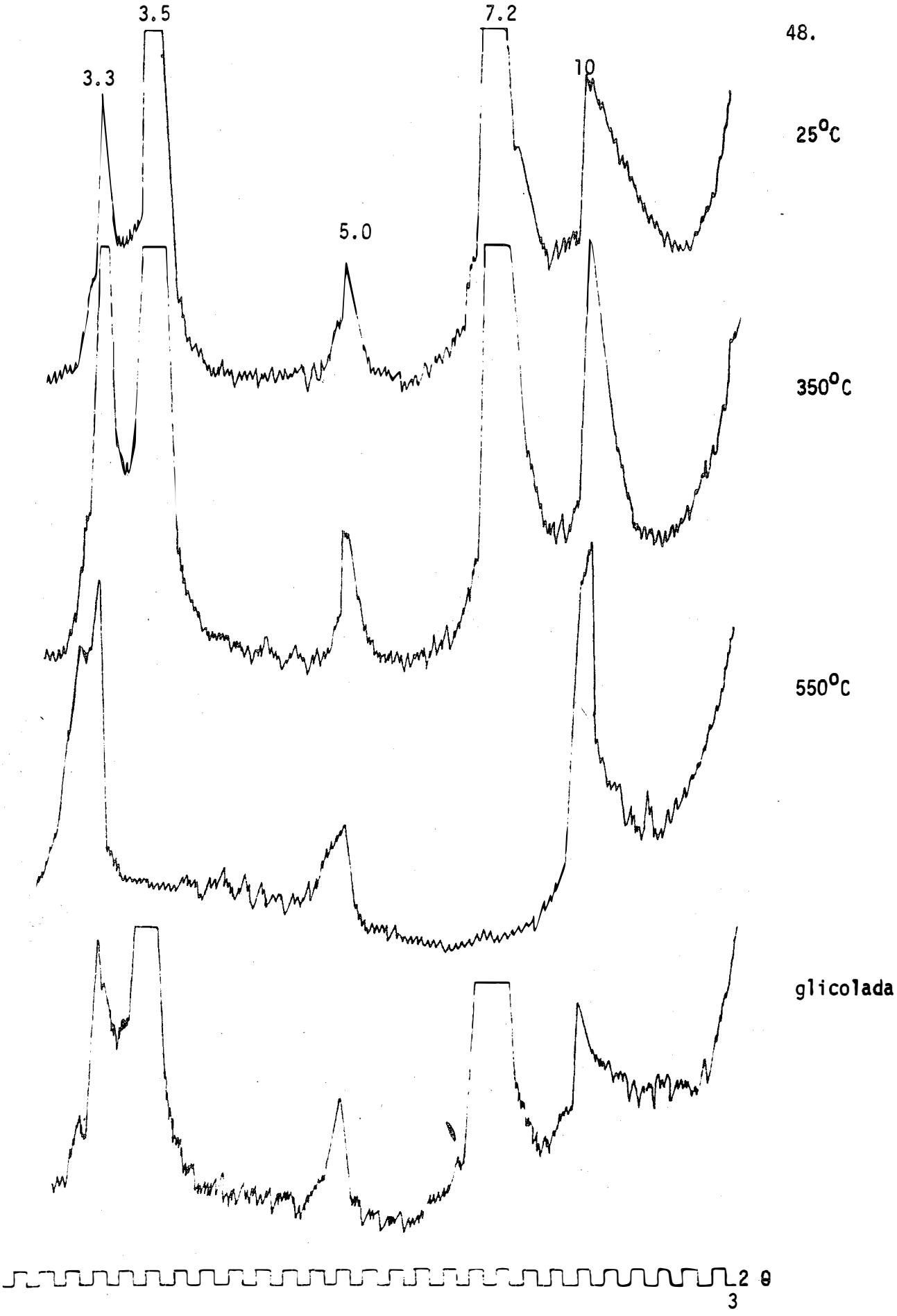


Figura 14 - Difratograma da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 2.

ção entre 2-20 u do horizonte A, com neoformação deste tipo de argila. Ainda comparando as frações de 2 a 20 u e menor que 2 u, os teores de caulinita e mica são praticamente desprezíveis na primeira, sofrendo um grande aumento na fração 2 u, sugerindo mais uma vez a transformação dos feldspatos (3,18 Å e 3,24 Å), a caulinita passando por uma fase intermediária de minerais de grade 2:1 e 2:2.

A Figura 15 mostra o difratograma de raios X para o pedon 3 em profundidade. A análise revela que os valores estimados de caulinita são superiores a 50 %, decrescendo no horizonte Cpn. A razão deste decréscimo já foi considerada na discussão do perfil anterior. Os teores de mica (10 Å) aumentam nos horizontes A e Bt1, quando em comparação com os demais, como ocorre para o pedon 2.

A intensidade dos picos a 14 Å aumenta das camadas inferiores para a superior, evidenciando que a ação intempérica mais forte em superfície sobre os minerais primários das frações maiores que 2 u, deve estar associada à permanência dos produtos de solubilização dos minerais nesta camada, devido às condições peculiares de drenagem imperfeita do pedon, facultando a estabilidade do mineral de argila formado. Não deve ser esquecido que a adição de material a esta camada pode ocorrer, já que a posição ocupada por este pedon na paisagem possibilita o acúmulo de água nos períodos chuvosos, proveniente das posições mais elevadas ou mesmo por transbordamentos ocasionais do rio São Francisco.

Através dos difratogramas apresentados na Figura 16 do pedon 3, verifica-se que o pico 14 Å se mantém constante, apesar da redução de intensidade, quando a amostra saturada com K^+ é aquecida a 350°C e 550°C, tornando evidente a ocorrência de clorita. O aumento da intensidade a 10 Å com o aquecimento deve-se a contração sofrida pela vermiculita passando de 14 Å para 10 Å. A mesma amostra saturada com magnésio glicolada promove uma nitidez maior do pico a 14 Å (clorita, vermiculita) e o aparecimento a 17,2 Å da montmorilonita pelo aumento de seu espaçamento basal. Ainda nesta Figura 16 verifica-se também a existência de pequeno pico a 15,2 Å nos

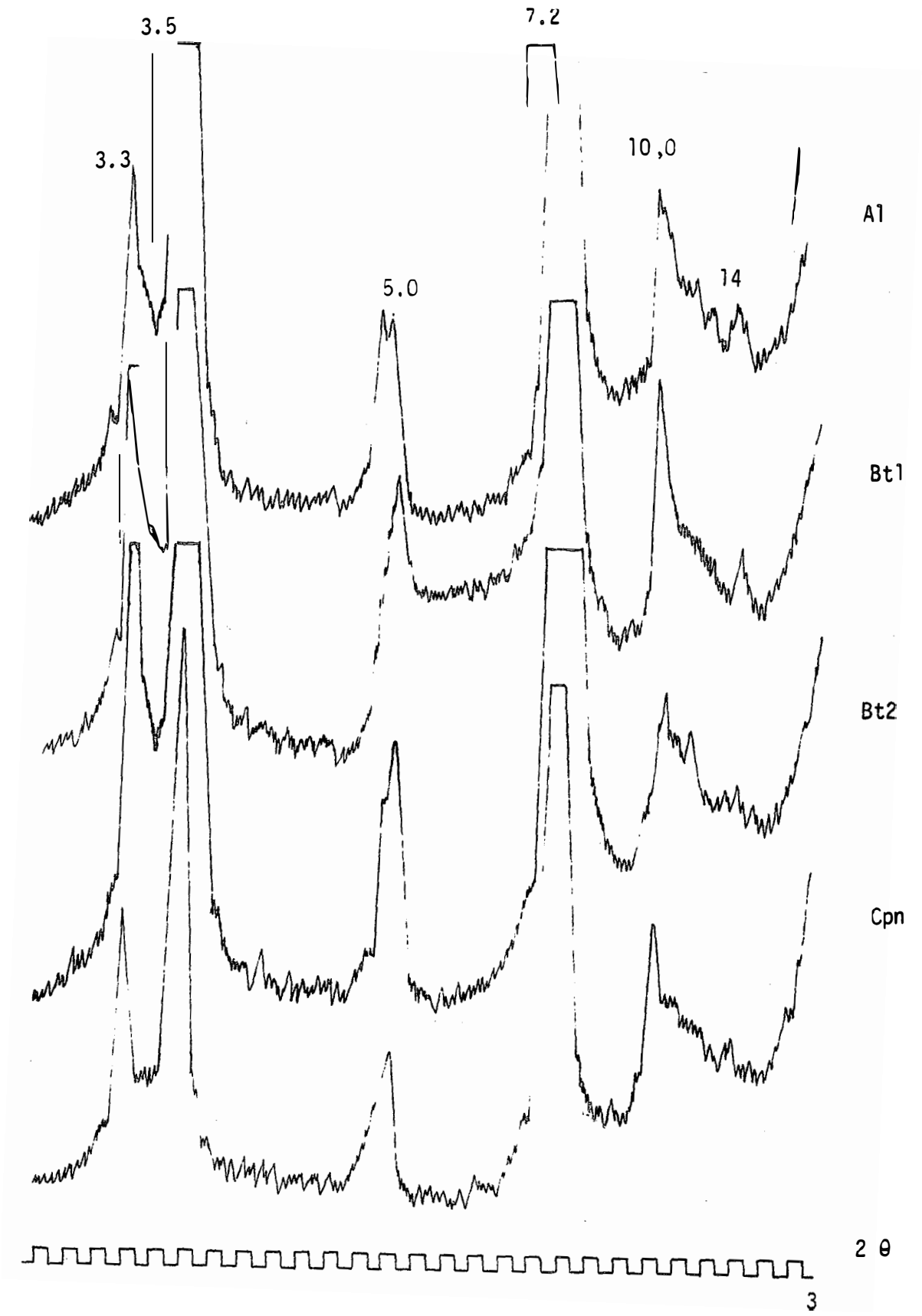


Figura 15 - Difratogramas da fração argila (< 2 u)deferrada do horizonte do pedon 3.

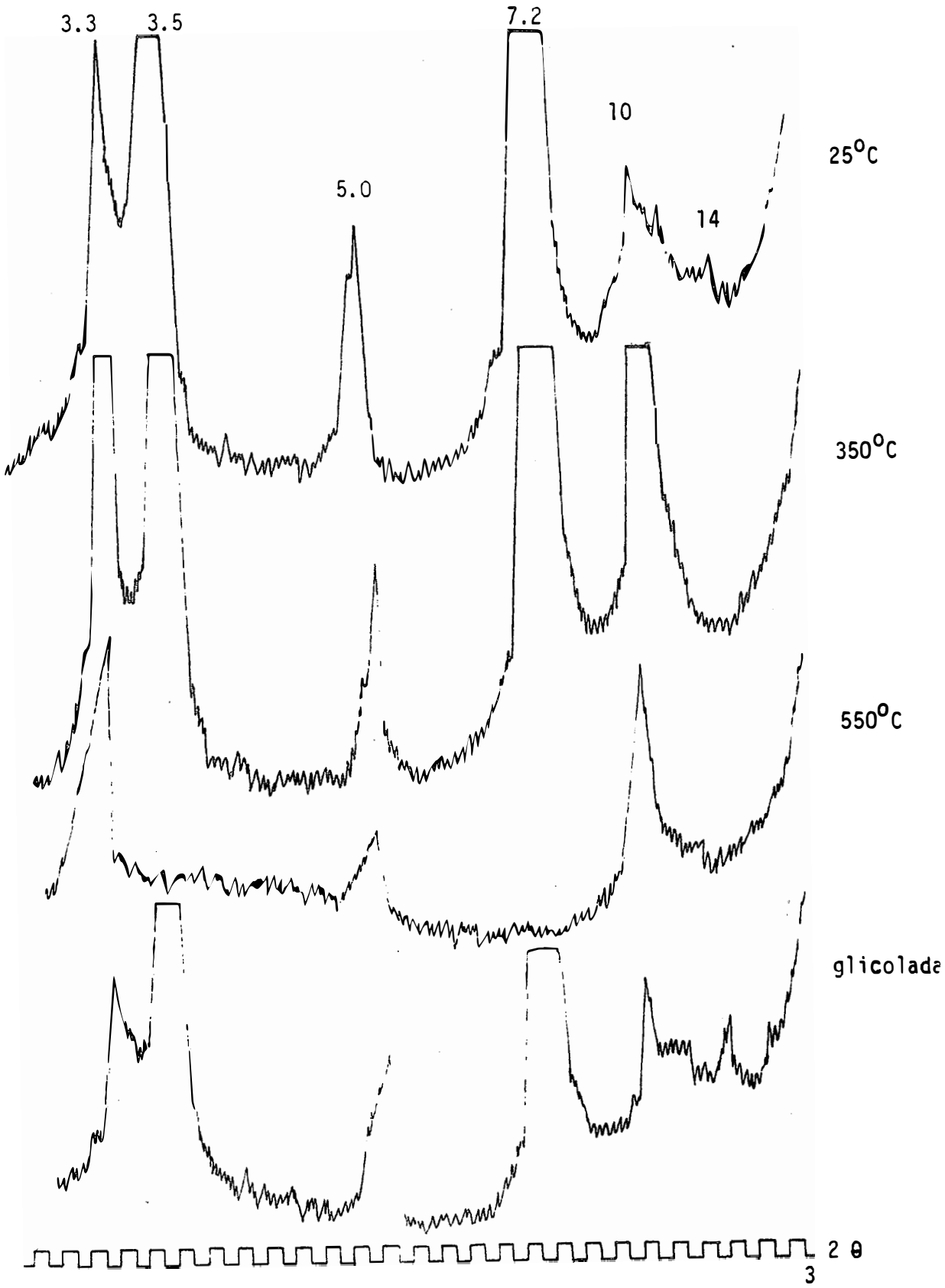


Figura 16 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 3.

tratamentos a 350°C e 550°C, desaparecendo quando a amostra é tratada com magnésio e glicolada (Bt2), possivelmente somando-se a 17,2 Å da montmorilonita. A permanência deste espaçamento, quando aquecida e a expansão pela adição de etileno glicol sugere um mineral interestratificado como uma montmorilonita cloritizada. A ausência deste mineral nas camadas superiores está associada provavelmente a condições de instabilidade gerada por um intemperismo mais intenso.

Os difratogramas de raios X da sequência vertical dos horizontes para o pedon 4 constam na Figura 17. A caulinita é o mineral de argila dominante (> 50 %), seguida pela mica que tem os seus valores mais altos na camada superficial como ocorre no perfil 2. A Figura 18 para o mesmo pedon, revela a presença de clorita, vermiculita e montmorilonita em pequenas proporções, identificadas em função dos tratamentos sofridos pela amostra . O conteúdo de minerais interestratificados tende a aumentar com a profundidade, evidenciando a sua transformação nas camadas superficiais. Considerações maiores sobre este pedon tornam-se difíceis pela série de descontinuidades litológicas presentes.

A Figura 19 representa a sequência vertical dos horizontes para o pedon 5. Nota-se a dominância de caulinita em mais de 50 % e de mica entre 20 e 50 %. Há uma certa tendência à diminuição das intensidades dos picos da caulinita em profundidade, aliada a um acréscimo nos conteúdos de mica. Este fato leva supor a transformação da mica a caulinita em superfície. Os minerais interestratificados ocorrem relativamente em menos de 10 % com tendência a aumentar em profundidade. Por apresentar condições de boa drenabilidade, os produtos de alteração dos minerais primários das frações > 2 u podem estar contribuindo para o aumento da caulinita nas camadas superiores, já que a remoção de produtos da alteração para horizontes inferiores pode ocorrer, tornando o ambiente instável à presença de mica como ocorre nas camadas superiores dos pedons 2, 3 e 4.

O aquecimento a 350°C de amostra saturada com K^+ revela a contração do espaçamento de 14 Å a 10 Å pelo acréscimo sofrido neste último. A

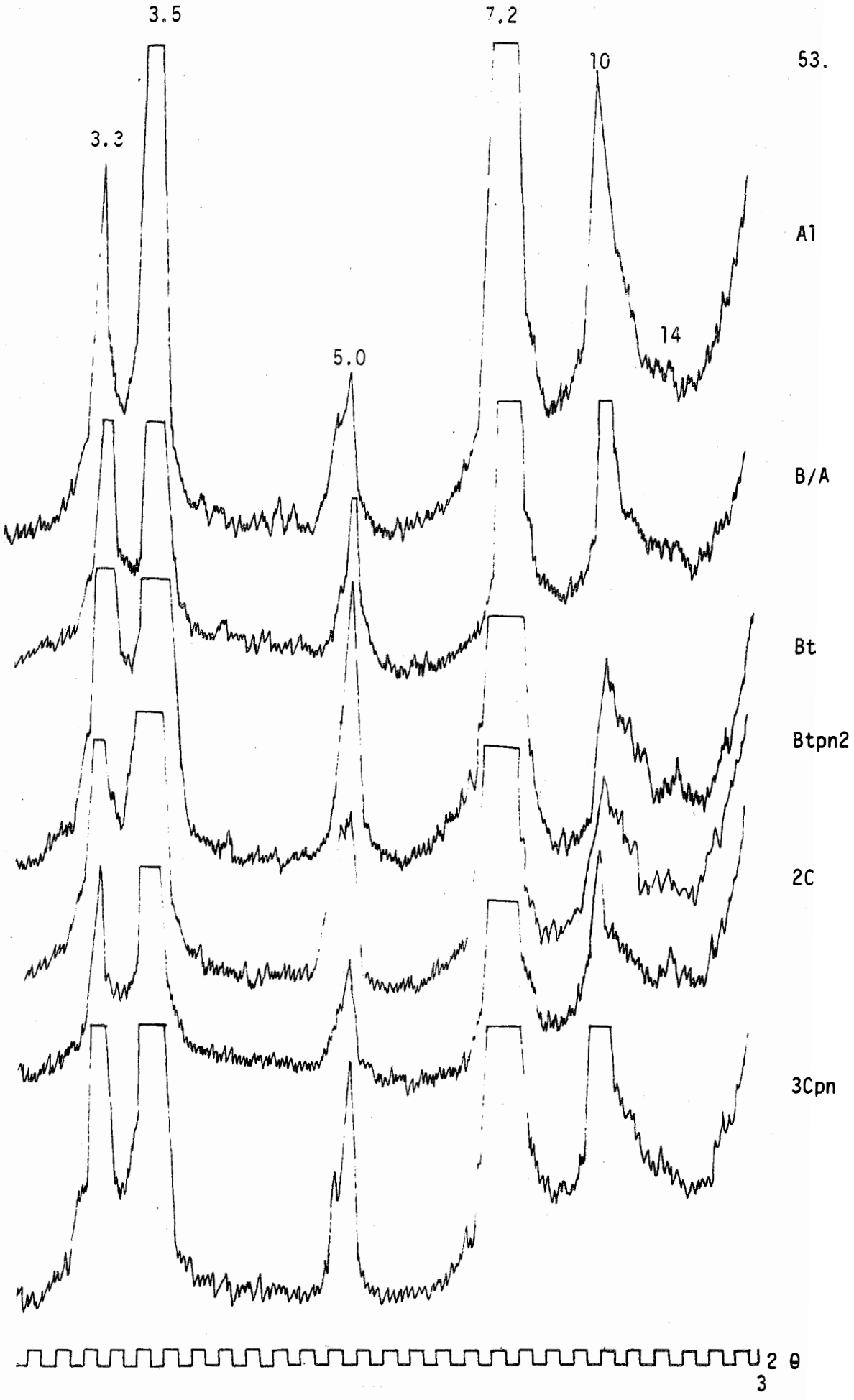


Figura 17 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte do pedon 4.

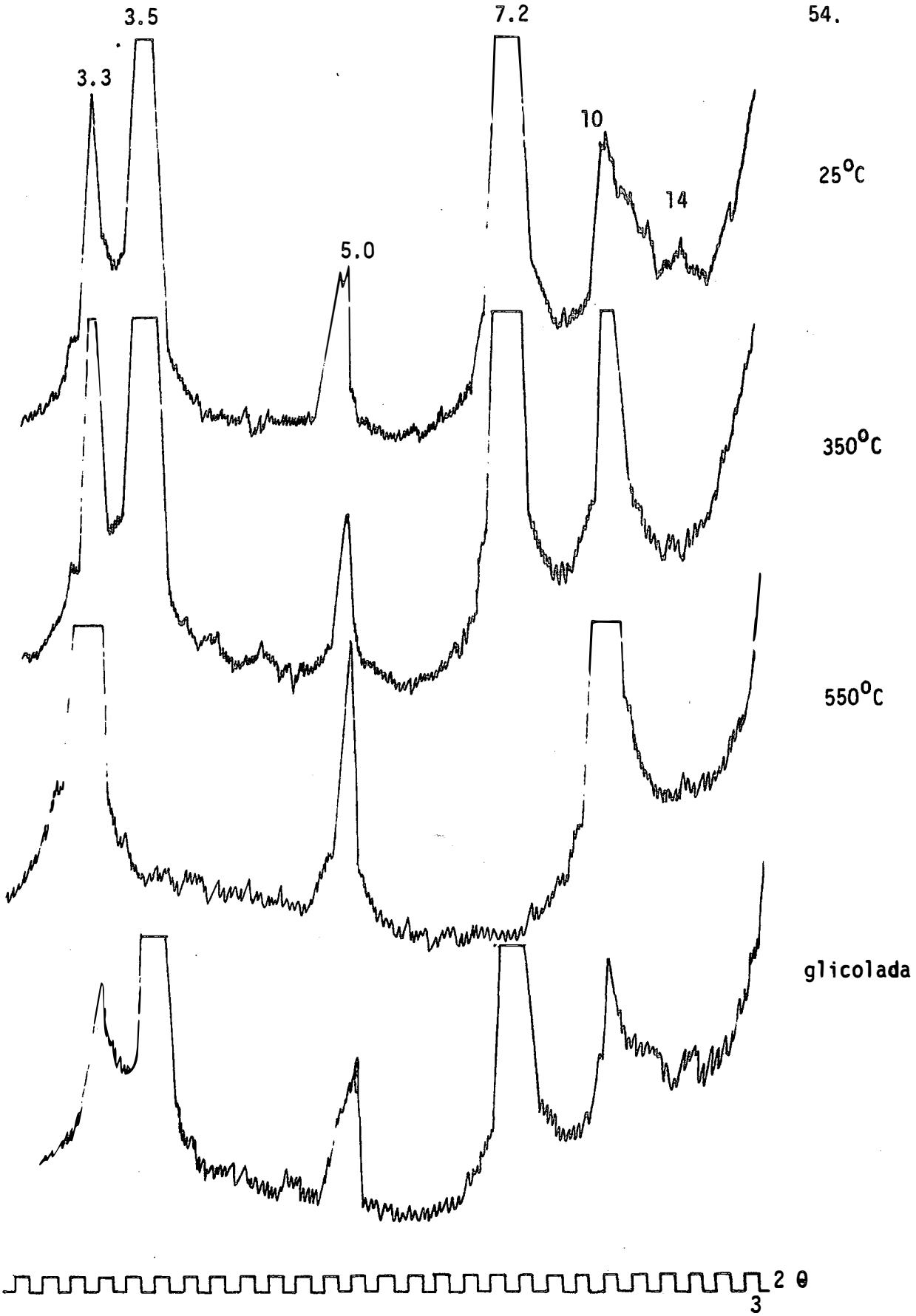


Figura 18 - Difratogramas da fração argila (< 2 u) deferrada do horizonte B do pedon 4.

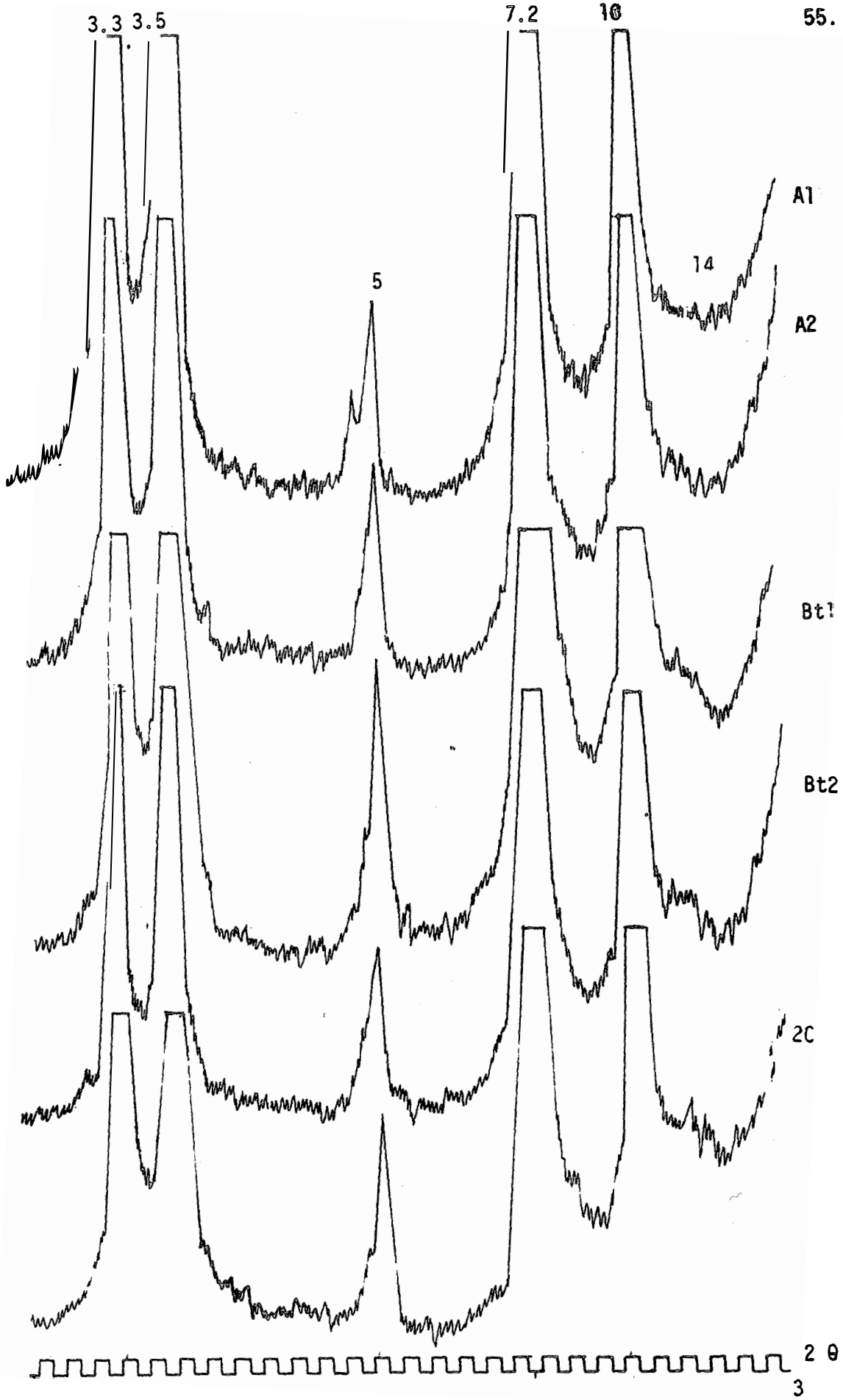


Figura 19 - Difratogramas da fração argila (< 2u) deferrada do pedon 5.

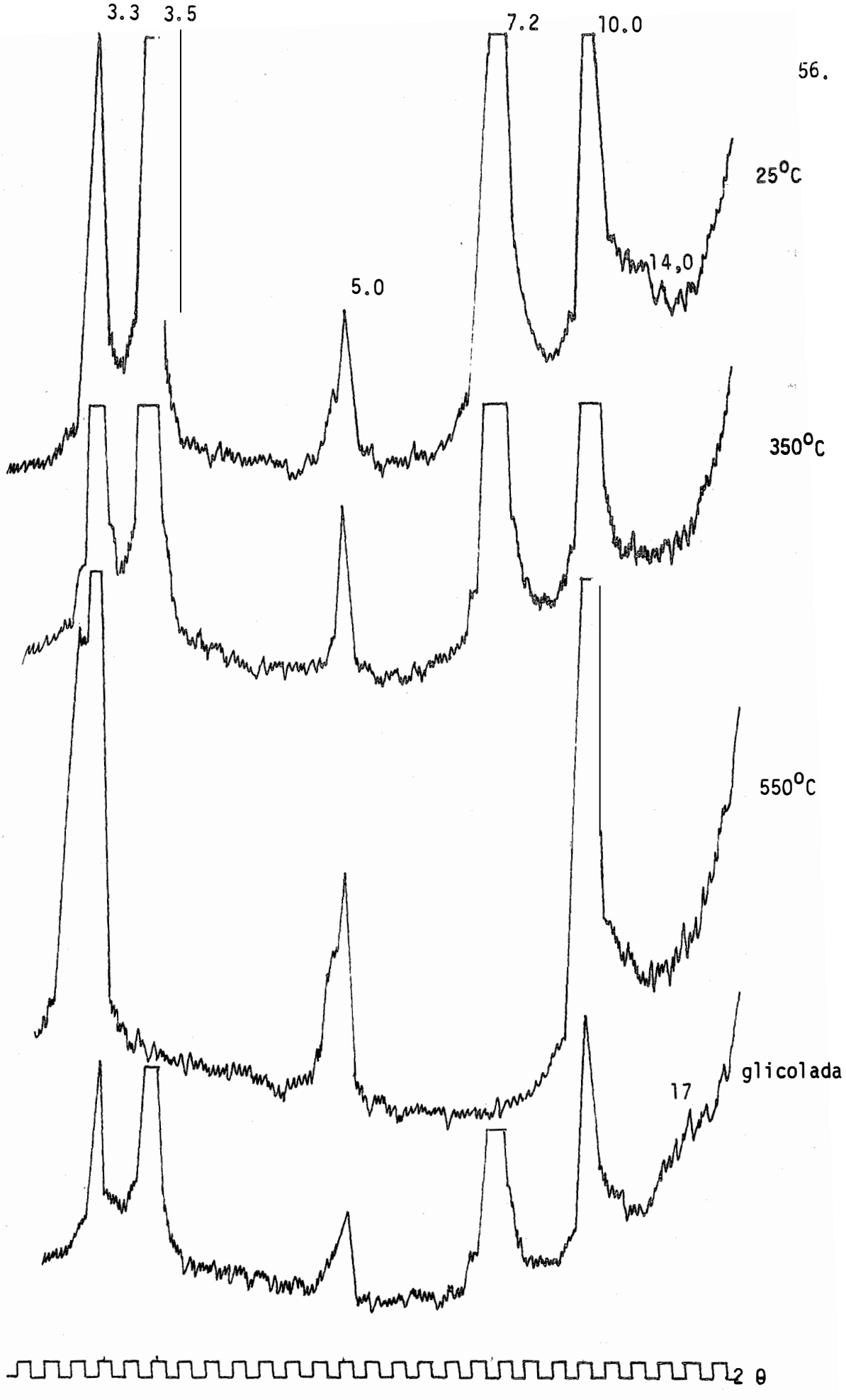


Figura 20 -Difratogramas da fração argila (< 2u) deferrada do horizonte B_3 do pedon 5.

mesma amostra saturada com magnésio e glicolada promove o aumento do espaçamento basal de 14 Å e 17,2 Å, característico da montmorilonita. A ausência de clorita é notada pela não permanência de picos a 14 Å nos tratamentos a que a amostra foi submetida (Figura 20). *MOREIRA (informações verbais)* estudando os pedons de solos da topossequência em questão, mostrou valores de Ki variando entre 2,02 e 2,40 para os pedons 1 e 2 entre 2,06 e 3,86 para os demais pedons. Estes valores enquadram-se no campo de estabilidade da caulinita e de minerais argilosos bissialíticos (2:1), revelando-se também em maior grau de transformação mineralógica para os perfis 1 e 2. Segundo *MELFI e PEDRO (1977)*, estes valores de Ki estão associados a materiais de cobertura sialítica mista (pedon 1), onde o material característico do tipo de alteração é a caulinita. Para os demais pedons, a cobertura citada anteriormente associa-se à cobertura de alteração montmorilonítica, onde o processo de bissialitização é verdadeiro, contendo sempre montmorilonita associada, ou não, a vermiculita ou mica como verificado no Quadro 4.

Confrontando os resultados do Quadro 3 com os difratogramas obtidos para as frações 2 a 20 u e < 2 u, constata-se que os solos com elevado conteúdo de minerais primários intemperizáveis são os que apresentam a mais diversificada composição mineralógica na fração argila. Os feldspatos podem originar ilita, montmorilonita ou caulinita na dependência da velocidade de alteração deste mineral e da retirada do meio dos produtos solubilizados *(MALAGON, 1975)*. Gorbunov citado por *MALAGON, 1975*, coloca a alteração dos feldspatos a hidromica, esta a vermiculita e montmorilonita, chegando a caulinita. Considera para a muscovita a sua alteração a caulinita através de uma forma de hidromica, ou a muscovita chegando a vermiculita e montmorilonita através de formação de ilita.

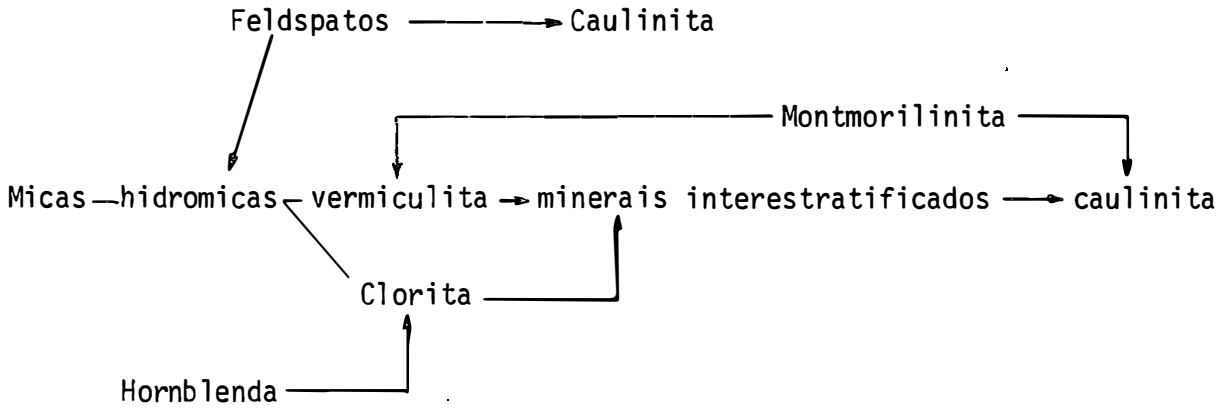
A transformação de feldspatos em mica é favorecida pela presença de íons K^+ no meio ambiente. A eliminação destes pode levar à formação de vermiculita ou montmorilonita. Em condições de alta lixiviação, o produto final dos feldspatos será a gibbsita, passando por um estágio intermediário de haloisita *(WILSON, 1975)*. *STEPHEN (1952)*, citado pelo mesmo autor, de

monstrou que a hornblenda altera a clorita e subsequentemente para interestratificados clorita-vermiculita. Os produtos de alteração das micas são dependentes de sua estrutura e composição do meio ambiente. Elas podem alterar a vermiculita através de fenômenos complexos ou a caulinita em condições de intemperismo acentuado, passando por uma fase de vermiculitização *(WILSON, 1975)*.

OJANUGA (1973) cita a transformação de biotita em vermiculita e montmorilonita em condições de clima temperado de boa drenagem, e de caulinita em climas tropicais em condições ácidas e bem drenadas.

Os efeitos da hidrólise parcial ou total dos minerais primários mantêm elevada a concentração de cátions básicos no meio, já que o clima sub-úmido da região em estudo o permite. O período chuvoso concentrado em cinco meses condiciona um tempo restrito para a ocorrência de fluxo de água saturado, responsável pela lixiviação dos cátions. Assim há condições de ocorrer a gênese de argilo-minerais com estrutura 2:1 do tipo smectita num processo denominado bissialitização *(MELFI e PEDRO, 1977)*.

Para os pedons estudados, a composição mineralógica das frações grosseiras e finas é variada (principalmente pedons 3, 4 e 5) e, de acordo com os resultados obtidos, retirando a contribuição que o material de origem possa ter oferecido a minerais na fração argila, a formação de minerais secundários pode ter ocorrido segundo a sequência seguinte:



5.4. Relação entre fisiografia e solos

Na formação e evolução da paisagem da região ora em estudo, o rio São Francisco participou de forma ativa, pois os sedimentos que a compõem são de origem aluvial.

Esta paisagem perde altitude em direção ao rio São Francisco e a diferença marcante de cota se dá no contato dos sedimentos Pleistocênicos com os Holocênicos. A superfície mais antiga Pleistocênica *(PENTEADO , 1972)* é a de cotas mais elevadas (Figura 21) com declividade reduzida, podendo ser considerada uma superfície estável sem ação direta de processos erosivos. Nestas condições os processos de lixiviação e dessilicatização *(BUOL et alii 1973)* são atuantes, promovendo a transformação destes sedimentos em solos de características óxicas.

Analisando-se a planície aluvial em relação à superfície de erosão demarcada pela cascalheira presente na base dos sedimentos Pleistocênicos (Figura 21), e confrontando as variações texturais existentes em um mesmo pedon, ou entre eles, pode-se inferir que para o pedon 2 a variação textural encontrada em profundidade é pertencente às duas superfícies existentes neste terraço. As texturas superficiais são as mesmas encontradas na superfície Pleistocênica, e as de profundidade, associadas às encontradas abaixo da superfície erosiva, demarcadas pela cascalheira. Nestas condições, o terraço onde se localiza o pedon 2 é decorrente de um processo erosivo. Para os pedons 3 e 4 o último horizonte é de características texturais e morfológicas semelhantes ao encontrado no pedon 2.os horizontes suprajacentes são de variação textural ampla, podendo ser correlacionados com um processo deposicional. Este mesmo processo originou os sedimentos do pedon 5.

No processo de aluvionamento responsavel pelas feições topográficas da paisagem, ocorreu a deposição de sedimentos estratificados em profundidade, estando evidenciado no exame morfológico dos pedons. Estratificações outras ocorreram *(JIMENEZ, informação verbal)* mas a ação dos proces

sos pedogênicos, num período curto de tempo (Holoceno), homogeneizaram estes materiais mascarando suas evidências, não sendo possível a diagnose em simples exame macromorfológico.

O intemperismo relativo de minerais primários para áreas locais sobre superfícies de idades diferentes *(RUHE, 1956)* pode ser obtido pela relação entre quartzo e plagioclásio da fração areia, não indicando contudo um intemperismo absoluto *(BREWER, 1964)* em citação de *RUHE (1975)*. Esta relação expressa em valores médios para os pedons estudados encontra-se na Figura 22. Verifica-se nesta Figura que os pedons 1 e 2 são os que sofreram maior ação intempérica. O pedon 5, apesar de ser o mais rico em minerais primários facilmente decomponíveis (Quadro 3), mostra valores maiores para a relação quartzo/plagioclásio, evidenciando um intemperismo relativo mais acentuado, quando comparados aos pedons 3 e 4, dentro da mesma superfície Holocênica. Para o pedon 3, onde existem os problemas de impedimento de drenagem e a possibilidade de inundações ocasionais, os valores de quartzo aumentam em profundidade e os de plagioclásios diminuem no mesmo sentido. Tal situação permanece, devido a ocupar este pedon uma posição deposicional recente, tornando-a constantemente rejuvenescida nas camadas superiores por processos aditivos.

Assim, sobre os sedimentos Pleistocênicos encontra-se o Latossolo Vermelho Amarelo (Oxissol) representado pelo pedon 1. Mineralogicamente este solo está em um estágio avançado de alteração. Sua fração areia é dominada por minerais resistentes à decomposição, com valores de quartzo acima de 99 % entre os minerais leves. A fração argila é predominantemente caulinítica. Morfologicamente o solo é profundo, com pequena distinção entre os horizontes, sendo notada principalmente por mudanças suaves no grau de estruturação, aliado a um acréscimo gradativo no teor de argila em direção às camadas mais profundas (Anexo 1). As bases trocáveis apresentam valores baixos, bem como a capacidade de troca catiônica, devido às condições impostas pelo processo de lixiviação e pelo retrabalhamento sofrido pelo sedimento original.

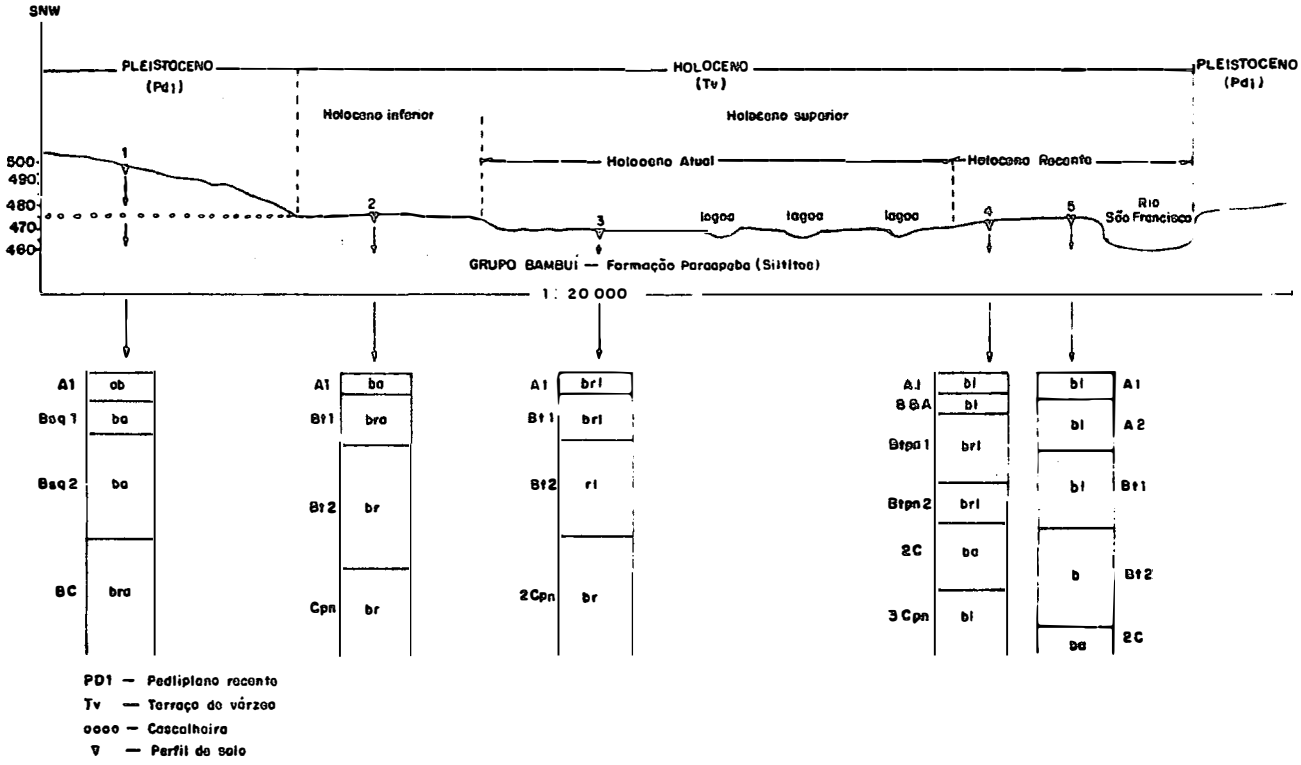


Figura 21 - Corte esquemático geomorfológico da área estudada evidenciando sequência e classe textural dos horizontes dos pedons em estudo.

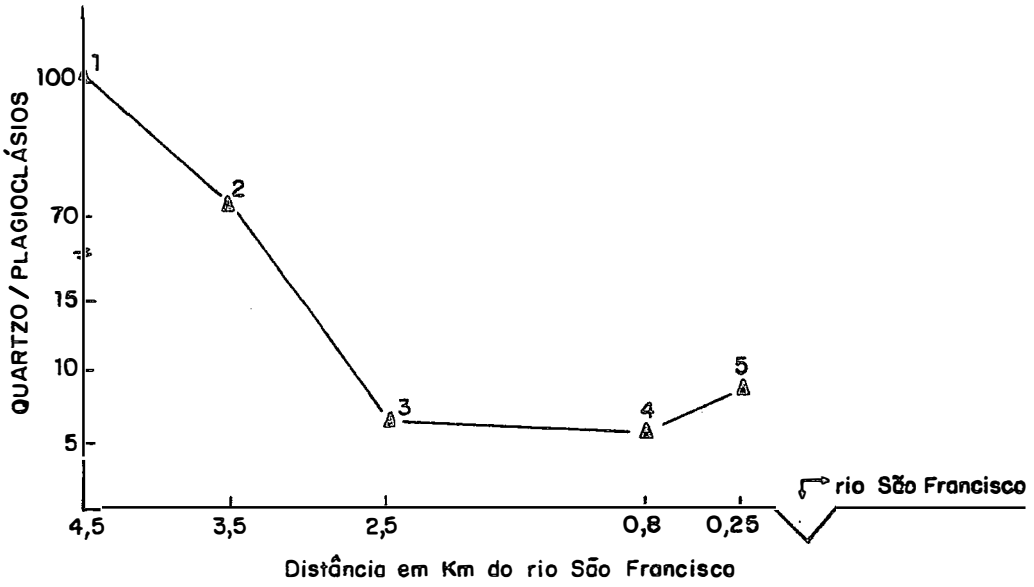


Figura 22 - Relação entre quartzo e plagioclásios expressos em função dos valores médios dos pedons

Duas hipóteses podem ser levantadas quanto à ocorrência deste solo nesta superfície. A primeira está associada ao tempo em que este material sedimentar já retrabalhado ficou exposto ao processo de intemperização, sob a ação de alternâncias climáticas úmida e seca processadas no Pleistoceno até a atualidade, o que levou a destruição dos minerais facilmente decomponíveis. A segunda suposição está baseada no fato de que o material depositado no período Pleistocênico foi remanejado de antigos solos em avançado estágio de intemperização, não apresentando mais minerais de fácil alteração. Pouca evolução teria se processado neste material, considerando-se que o clima passado poderia ter sido mais seco que o atual *(PENTEADO , 1972)*. Considerando que, no processo de transporte e deposição deste sedimento o rio São Francisco participou de forma ativa, a contaminação com minerais primários de menor estabilidade ao processo intempérico tornou-se inevitável devido a não ser seletivo o transporte fluvial, colocando dúvidas na veracidade da segunda hipótese, quanto à ausência de minerais de fácil alteração.

Os demais pedons ocupam a planície aluvial Holocênica com pequenas variações de cotas e com retrabalhamento bastante intenso. Sobre sedimentos de origem fluvial recente, o tempo zero para a formação dos solos corresponde ao final do processo deposicional *(DANIELS et alii, 1978)*, ou seja, a uma superfície estável, iniciando-se a partir deste ponto os processos pedogênicos pela formação e diferenciação de horizontes.

O pedon 2 dentro desta planície ocupa a posição de um terraço mais antigo, fazendo contacto com a superfície Pleistocênica (Pdl). A fração areia deste solo contém alguns minerais primários de fácil decomposição, principalmente nas camadas mais profundas, ocorrendo o mesmo com a fração silte. A fração argila é dominada por caulinita complementada por mica, interestratificados e traços de clorita em profundidade, conferindo-lhe um estágio de alteração inferior ao do pedon 1. As características morfológicas (Anexo 2) apontam um elevado grau de diferenciação entre os horizontes A e B marcados pelas variações em cor, textura, estrutura. A presença de cutans iluviais nos peds dos horizontes B confere a estes horizontes característi

cas de argílico , podendo ser classificados como um Podzólico Vermelho Amarelo Plíntico *(CES, 1977)*. Os teores de cálcio e magnésio são baixos e os de potássio elevados, podendo estar associados à liberação por dissolução a partir da mica. A saturação de bases do complexo de troca é baixa, conferindo a este solo um caráter distrófico (Ultissol) e um estágio de evolução anterior ao do pedon 1.

A posição ocupada pelo pedon 3 nesta paisagem é ligeiramente deprimida, podendo ser considerada como uma superfície deposicional. Na composição mineralógica das frações maiores que 2 u (areia e silte), os minerais primários de fácil alteração são comuns. Na fração argila, apesar da dominância de caulinita (> 50 %), existe grande contribuição de minerais de grade 2:1. O pedon deste solo é pouco evoluído, sendo um reflexo das condições de drenagem decorrente da posição que este ocupa. A análise morfológica deste pedon revela a formação de um horizonte argílico incipiente (horizonte B2) diagnosticado pela presença de cutans iluviais fracos. A estrutura desta camada é em blocos subangulares de grau forte (Anexo 3). Há um gradiente textural acentuado entre os horizontes A1 e B2, além de elevada proporção de argila dispersa em água na camada superficial, passível de ser translocada para camadas profundas. Apesar da riqueza em minerais primários de fácil alteração, este pedon é pobre em seu conteúdo de bases trocáveis. As condições de drenagem impedida talvez sejam as responsáveis pela não dissolução dos minerais presentes. A presença de elevado teor de alumínio trocável confere condições para a ocorrência dos minerais interestratificados *(JACKSON, 1964)* neste pedon. Na camada inferior, os elevados conteúdos de potássio, associados aos altos teores de SiO_2 e Al_2O_3 *(MOREIRA, 1979)*, criam ambiente para a neoformação de mica.

Os pedons 4 e 5 ocupam o terraço mais próximo do rio São Francisco (Figura 20) e mostram uma série de descontinuidades litológicas em profundidade, com alternâncias de camadas síltico-argilosas com arenosas, levando a crer que estas mudanças texturais estejam associadas a um período deposicional recente.

Mineralogicamente são solos bastante jovens, diferindo muito pouco na quantidade de minerais primários facilmente decomponíveis (feldspatos cálcio-sódicos, hornblenda), nas frações areia e silte. Na fração argila a caulinita aparece com mais de 50 %, seguida de mica, interestratificados, vermiculita e montmorilonita.

No pedon 4, os caracteres morfológicos ressaltam a estruturação bem desenvolvida nos horizontes B e a abundância de cutans iluviais nas superfícies dos peds em grau de desenvolvimento forte (Anexo 4). A relação entre argila do horizonte B/A é superior a 1.3 reforçando a ocorrência do horizonte argílico neste pedon, possibilitando classificá-lo como Podzólico Vermelho Amarelo Plíntico. Os teores de cálcio e magnésio são maiores na superfície, estando associados ao processo de reciclagem através da cobertura vegetal. O alumínio trocável aumenta com a profundidade, conferindo ao pedon característica distrófica (Ultissol). As considerações a respeito do comportamento do alumínio são as mesmas do pedon anterior.

Para o pedon 5 os dados morfológicos ressaltam a presença de horizonte mólico em superfície confirmado pela análise química (Anexo 5). O desenvolvimento forte de estrutura, a presença de cutans iluviais e a elevada relação do teor de argila entre horizontes B e A, conferem a este pedon os caracteres de horizonte argílico. Por apresentar melhor condição de drenagem quando comparado com os pedons 3 e 4, a composição mineralógica deste perfil vem sofrendo alteração, como pode ser constatado pelas quantidades elevadas de bases trocáveis presentes. O intemperismo tem atuado e os produtos de solubilização permanecido no meio, devido às condições climáticas, apesar da boa drenabilidade. O conteúdo de argila dispersa em água é elevada, principalmente nos horizontes A, facultando a lessivagem para as camadas mais profundas, ocasionando um aumento no teor de argila do horizonte B. A ocorrência de um horizonte B textural de características eutróficas e a presença de um epipedon mólico possibilitaram enquadrar este perfil como Brunizem *(CES, 1977)*.

Na superfície Holocênica, considerando principalmente os perfis 4 e 5, a evolução morfológica expressa pelo grau de estruturação, aliado ao desenvolvimento acentuado de cutans iluviais nas superfícies dos peds nos horizontes B, é contrastante com a maturidade dos sedimentos. A ocorrência de horizontes argílicos nestes pedons contrariam a relação entre solo e a paisagem, que os admite em posições e sedimentos mais antigos *(BUOL et alii, 1973)*. Apesar de estar próximo ao rio São Francisco em superfície deposicional, os pedons 4 e 5 estiveram em condições estáveis, não sofrendo contribuições detectáveis deste rio na atualidade. A estabilidade desta superfície aliada a fatores climáticos, drenagem e à variada composição mineralógica, em minerais primários capazes de se alterarem dando formação de argilas, ou a pré-existência destas na composição dos sedimentos, foram os responsáveis pela formação dos horizontes argílicos nesta superfície, a partir do marco zero (final do período deposicional). Os processos de translocação e acumulação iniciaram concomitantemente à deposição dos sedimentos, promovendo acentuada redução no tempo de evolução destes pedons.

5.5. Classificação dos solos

Baseado nos resultados morfológicos, químicos, físicos e mineralógicos, obtidos para os solos em estudo, procurou-se classificá-los ao nível de família, segundo os critérios do *SOIL TAXONOMY (1975)*. A classificação pelos conceitos do sistema brasileiro *(BENNEMA e CAMARGO, 1964)* encontra-se no Quadro 2.

O pedon 1 (LVA) apresenta um epipedon ócrico e um horizonte diagnóstico de sub-superfície óxico. Estas características possibilitam enquadrá-lo como um Oxissol ao nível de ordem. De acordo com as características do clima, umidade do solo, e dos horizontes diagnósticos, a subordem é Ustox e o grande grupo Haplustox. As características de textura, mosqueado, saturação em bases, estrutura, mineralogia e temperatura, fazem com que este pedon seja classificado como Typic Haplustox a nível de sub-grupo e na família Typic Haplustox barro fino, silicoso, caulinítico, isotérmico.

A presença de horizonte argílico no pedon 2 (PVAp11), associado ao epipedon ócrico, ao regime ústico e à baixa saturação em bases, possibilita classificá-lo na ordem Ultissol, subordem Ustult. Os resultados mineralógicos e a presença de plintita na camada mais profunda, coloca este pedon no grande grupo Haplustult e subgrupo Plinthic Haplustult. Ao nível de família este solo classifica-se como Plinthic Haplustult barro fino, silicoso , caulinítico isotérmico.

O pedon 3 (LH) apresenta um epipedon ócrico e um horizonte argílico como diagnóstico de subsuperfície. Por ocorrer em uma posição deprimida, mostra sérios problemas de drenagem, estando sujeito a inundações ocasionais, conferindo-lhe condições para ser classificado na ordem Ultissol, subordem Aquult. A presença de fase contínua de plintita e a capacidade de troca de cátions, coloca-o no grande grupo Plinthaquult e subgrupo Oxic Plinthaquult. A distribuição das classes de partículas, a mineralogia e o regime de temperatura enquadram-no como Oxic Plinthaquult, fino, misto, isotérmico.

As características morfológicas, analíticas e mineralógicas do pedon 4 (PVApd2) possibilitam classificá-lo na ordem Ultissol, subordem Ustult, grande grupo Plinthustult. A posição ocupada por este pedon é a de um terraço deposicional recente elaborado pelo rio São Francisco. Ao nível de família este solo foi classificado como Fluventic Plinthustult, silte fino, misto, isotérmico.

No pedon 5 (BA) ocorre um epipedon mólico sobre um horizonte argílico em um regime de umidade ústico, ficando este solo na ordem Molissol, subordem Ustoll e grande grupo Argiustoll. Os sedimentos de origem sofreram as mesmas influências do pedon 4 (PVAp12). Este pedon, ocupando um terraço fluvial recente, enquadra-se como Fluventic Argiustoll em subgrupo, e na família Fluventic Argiustoll, barro fino, misto, isotérmico.

6. CONCLUSÕES

- Todos os pedons estudados são formados por material retrabalhado.

- Os pedons com horizonte argílico são menos evoluídos do que o solo com horizonte óxico conclusão esta evidenciada pela presença de minerais facilmente intemperizáveis nos primeiros solos e ausência neste último.

- A presença de horizonte argílico nos sedimentos holocênicos do rio São Francisco evidencia que contrariamente ao que se tem atribuido, tal horizonte necessariamente não necessita de um longo tempo para a sua formação.

- Os minerais facilmente decomponíveis (hornblenda+plagioclásios) diminuem a medida que distancia-se do rio São Francisco, chegando a desaparecer completamente no Oxissol.

- A caulinita é o mineral dominante para todos os solos estudados, entretanto o teor de minerais de retículo 2:1 aumenta sensivelmente em direção ao rio.

- O pedon 1 se desenvolve em superfície estável pleistocênico onde os processos de lixiviação e dessilicatização são atuantes enquanto os demais se desenvolvem em superfícies mais instáveis holocênicas.

- Através do intemperismo relativo de minerais primários os pedons 1 e 2 são os que sofreram a maior ação intempérica e o pedon 5 apesar de ser o mais rico em minerais primários facilmente decomponíveis (hornblenda+plagioclásios), mostra valores maiores para a relação quartzo/plagioclásio, evidenciando um intemperismo relativo mais acentuado, quando compardos aos pedons 3 e 4,dentro da mesma superfície Holocênica.

- Para a fração silte fino os menores teores de minerais primários facilmente decomponíveis e dos secundários como caulinita foram encontrados na superfície Pleistocênica (Oxissol).

- Houve tendência da caulinita diminuir em profundidade nos diferentes pedons na fração silte fino.No mesmo sentido houve acréscimo no conteúdo de mica.

- A caulinita como mineral dominante nos pedons estudados,pode ter sido herdada do próprio material de origem e/ou formada "in situ",pela transformação dos feldspatos,micas e hornblenda presentes nas frações mais grosseiras,passando ou não por fases intermediárias de clorita (vermiculita,montmorilonita e interestratificados).

- A fertilidade potencial,expressa em termos de reserva mineralógica,quer em minerais primários ou secundários,passíveis de alteração,aumenta a medida que a idade relativa dos pedons diminui.

- Os pedons estudados foram classificados como: Typic Haplustox barro fino,silicoso,caulinítico,isotérmico (Pedon 1); Plinthic Haplustult barro fino,silicoso,caulinítico (Pedon 2) ; Oxic Plinthaquult fino,misto,isotérmico (Pedon 3);Fluventic Plinthustult,silte fino, misto,isotérmico (Pedon 4) e Fluventic Argiustoll, barro fino, misto, isotérmico (Pedon 5).

7. SUMMARY

Mineralogical characteristics was conducted in a toposequence of five pedons developed from Quaternary sediments of variable composition, in the "São Francisco" valley, northeast Minas Gerais state.

Physiographical aspects and its correlations with soils were studied. In the oldest surface (Pleistocene) the soil is very weathered (pedon 1) classified as Typic Haplustox. The other soils are located in the Holocenic sediments, the alluvial area of São Francisco river. These are less weathered soils (molisol and ultisol) with argillic horizons.

Pedon 1 has only resistent minerals in its sandy fraction. The clay fractions is characterised by dominance of kaolinite, associate with mica and interestratified minerals (vermiculite chloritezed), that increace in depth. Pedon 2 (Plinthic Haplustult) has plagioclase and mica in sandy fraction, increasing in depth. Plagioclases does not occurs in fine silty. Clay fraction is predominantely kaolinitic with low amount of mica and interestratified.

Pedons 3(Oxic Plinthaaquult), 4 (Fluventic Plinthustult) and 5 (Fluventic Argiustoll) shown high amount of plagioclases and hornblend in sand and silt fractions. Kaolinite is the more abundant mineral in

clay fraction, of these soils, but others minerals also ocours, mainly 2:1 (mica, vermiculite and montmorillonite) and 2:2 (chlorite).

8. BIBLIOGRAFIA CITADA

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT - AID. Rio São Francisco Basin -Brasil, reconnaissance a apraissal land and wather resources. 1967, vol. 1.

AOMINE, S. e K. WADA. Differential weathering of volcanic ash and pumic, resulting in information hidrated halloysite. Am mineralogist 47:1024, 1962.

BALSTER, C.A. e R.B. PARSONS. Geomorphology and soils. Willamette valley, Oregon. Oregon State Agric. Expe. stn. Spec. rep. 265:8-22. 1968.

BENNEMA, J. e M.N. CAMARGO. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros. DPFS, Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro, 1964.

BILZI, A.F. e J. CIOLKOSZ. Time as a factor in the genesis of four soils developed in recent alluvium in Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Am. 41 (1): 122-127. 1977.

BLOSS, F.D. An introduction to the methods of optical crystallography. Holt, Rinehart and Wiston, Inc. 1961. 294 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Normais climatológicas. Rio de Janeiro, 1969. Vol. III, 99 p.

BRAUN, O.P.G. Contribuição a geomorfologia do Brasil central. Rev.Bras. Geogr. 32 (33): 3-39.

BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. New York, John Wiley & Sons, 1964.

CAVALCANTI, A.C. Estudo de latossolos argilosos do Planalto Central do Brasil - caracterização, distinções de acordo com duas superfícies de aplainamento, gênese e classificação. Tese M.S., apresentada na UFRRJ, Rio de Janeiro, 1977, 186 p.

CENTRO DE ESTUDOS DE SOLOS. Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESALQ-USP. Levantamento semi-detalhado dos solos do projeto Jequitaí (MG). Piracicaba, CODEVASF-CES. 1977.

CENTRO DE ESTUDOS DE SOLOS. Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESALQ-USP. Levantamento de reconhecimento dos solos do projeto Corrente Divisão Correntina (BA), Piracicaba, CODEVASF-CES, 1973.

CENTRO DE ESTUDOS DE SOLOS. Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESALQ-USP. Levantamento de reconhecimento dos solos do vale do rio Jequitaí. Piracicaba, CODEVASF-CES, 1971.

CENTRO DE ESTUDOS DE SOLOS. Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESALQ-USP. Levantamento de solos do projeto das Velhas (MG). Piracicaba, CODEVASF-CES, 1975.

DANIELS, R.B.; E.E. GAMBLE e W.H. WHEELER. Age of soil landscapes in the Coastal plain of North Carolina. Soil Sci. Soc. Am. J. 42(1): 98-105, 1978.

DEMATTÊ, J.L.I. Gênese e classificação de solos originados do grupo geológico Estrada Nova - Município de Piracicaba, SP. Tese de Livre- Docência ESALQ-USP, 1970.

DHAMPAT, R. e W.L. LINDSAY. A thermodynamic model for predicting of formation, stability, and wheathering of common soils minerals. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 1975.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Levantamento de reco - nhecimento com detalhes dos solos do Distrito Agroindustrial de Jaiba- Minas Gerais. Boletim Técnico nº 54, 1976.

FAUCK, R. Evolution des quartz dans le sols rouges ferrallitiques develloppés sur les roches sableuses et greseuses de l'Afrique Occidentale. Compte Rendu Ac. Sc. Paris (71): 2273-2276, 1970.

GEIGER, P.P. Geomorfologia. In: Geografia do Brasil - Grande Região Centro Oeste. Cons. Nac. Geogr., IBGE. 1960, vol. II. Série A. p. 9-59.

GILE, L.H. e R.B. GROSSMAN. Morphology of the argillic horizon in desert soils of the southern New Mexico. Soil Sci. 106: 6-15, 1968.

GILE, L.H. e J.W. HAWLEY. Age and comparative development of desert soils as the gardner spring radicarbon site. New Mexico. Soil Sci. Soc.Am. Proc. 32: 709-716, 1968.

GOLDMAN, M.L. e J.I. TRACEY JR. Relations of bauxite kaolinite in the Arkansas bauxites deposits. Econ. Geol. 41: 567-575, 1946.

GORBUNOV, N.I. Individual and interestratified minerals in soils and their identification by the x-ray method. Soviet soil, Sci. 9: 1288 - 1300, 1968.

JACKSON, M.L. Clay transformation in soil genesis during the quaternary. University of Wisconsin, 1964.

JACKSON, M.L. e G.D. SHERMAN. Chemical weathering of minerals in soils. Advanced Agronomi. 5:219-318, 1953.

JACKSON, M.L. Soil chemical analysis: advanced course. Madison, Univ. of Wis. Department of Soil Science, 1965. 991 p.

JACKSON, M.L.; B.A. TYLER; A.L. WILLIS; G.A. BOURBEAU e R.P. PENNINGTON. Weathering sequence of clay size minerals in soils and sediments: I - Fundamental generalization. Jour. of Phys and Colloid Chemistry. 52: 1237-1260. 1948.

JACOMINE, P. e T. KLINGER. Descrição das características morfológicas , físicas e químicas e mineralógicas de alguns solos sob vegetação de cerrado. Bol. Téc. (11) Min.Agric. EPPS, Rio de Janeiro, 1974, 126 p.

KERR, P.K. Optical mineralogy. 3cd. McGraw-Hill, 1959. 422 p.

KLING, L.C. Geomorfologia do Brasil ocidental. Traduzido por Roberto Galvão. Rio de Janeiro. Bras. Geogr. 18 (2): 147-165. 1957.

KITTRICK, J.A. Soil minerals in the Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O system and a theory of their formation. Clay and clay minerals. 17: 157-167. 1969.

LEPSCH, I.F.; S.W. BUOL e R.B. DANIELS. Soil landscape relationships in the ocidental plateau of São Paulo, Brasil. Geomorfic surfaces and mapping units. Soil Sci.Am. J. 41 (1), 1977.

LEPSCH, I.F.; S.W. BUOL e R.B. DANIELS. Soil landscape relationship in the ocidental plateau of São Paulo, Brasil. II. Soil morfology, genesis and classification. Soil Sci. Am. J. 41 (1), 1977.

MALAGON, D.C. Mineralogia de suelos sus relaciones con gênesis, fertilidad y clasificación de suelos. Instituto Geográfico "Agustin Codazzi" Sub-direccion Agrologia, vol. XI nº 1. Bogotá D.E. Colombia, 1975.

MATTOS, J.T. e R. PEREIRA DA CUNHA. Aplicação de sensores remotos com ênfase a imagens de Landsat em mapeamento geológico no Norte de Minas Gerais. Tese de Mestrado, INPE, São José dos Campos, SP. 1977.

MELFI, A.J. e G. PEDRO. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogeoquímica. Rev. Bras. Geog. 7 (4): 271-286, 1977.

MONIZ, A.C. e M.L. JACKSON. Quantitative mineralogical analysis of Brasilian soils derived fron basaltic rochs and state. Wisconsin. Soil Sci. Report 212, 1967. 24 p.

MONIZ, A.C.; P.K. KIYOHARA; A. CARVALHO e P.de SOUZA SANTOS. Natureza mineralógica da fração argila de solos derivados do Arenito Bauru no Município de Pindorama, SP. Anais do XV Cong. Bras. Cienc. Solo - Soc. Bras. Ci. do Solo. Campinas, SP - Brasil, 1976.

NETTLETON, W.D.; J.E. WITTY; R.E. NELSON e J.W. HAWLEY. Genesis of argilic horizons in soils of desert areas of Southwestern United States. Soil Sci. Am. J. 39 (5): 919-926. 1975.

OJANUGA, A.G. Weathering of biotite in soils of a humid tropical climate. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37 (4): 644-646, 1973.

PARSONS, R.B. e R.C. HERRIMAN. Geomorphic surfaces and soil development, upper Rogue river valey, Oregon. Agron. Abst., 1975. 154 p.

PENTEADO, M.M. Caracterização geomorfológica da região de Pirapora, Jequitaí e Várzea da Palma. Notícias Geomorfológicas, 1972.

PENTEADO, M.M. e G. RANZANI. Relatório de viagem do médio vale do rio São Francisco. (Mimeo.), Piracicaba, ESALQ, 1970, 50 p.

PERES MATEOS, J. Análisis mineralógico de Arenas. Patronato "Alonso de Herrera". Madrid, 1964. 265 p.

PONÇANO, W.L. e A.F. PAIVA. Mapa geológico preliminar da região de Jequitaí, Minas Gerais. In: Cong. Bras. Geol., Belém. Anais 1:95-102, 1972.

RUELLAN, F. Alguns dos aspectos do relevo do planalto central do Brasil. In: Anais da A.G.B., vol. II. 1952.

RUHE, R.V. Geomorphology - Geomorfic processes and surficial geology. Library of Congress Catalog Card Number, 74-114. New Jersey USA, 1975.

RUHE, R.V. Geomorphic surfaces and the nature of soils. Soil Sci. 82: 441-445. 1959.

SOIL SURVEY MANUAL. Soil survey staff. U.S.D.A. Handbook nº 18. Washington, D.C., Gout. Printing Office, 1951. 503 p.

SOIL TAXONOMY. (Em publicação). Designación de horizontes.

SOIL TAXONOMY. A BASIC SYSTEM OF SOIL CLASSIFICATION FOR MAKING AND INTERPRETING SOIL SURVEYS. Soil Survey Staff. Washington, U.D. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. Agriculture Handbook nº 436, 1975. 754 p.

STEPHEN, I. A study of rock weathering with reference to the soils of the Malvern Hills. Part 2. Weathering of appinite and Ivy Scar.Rocks. J. Soil Sci. 3:219-237. 1952.

THORNTWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev. 38: 55-94. 1948.

THORNTWAITE, C.W. e J.R. MATHER. The water balance. Publ. In: Climatology. Center. N. J., 1955. Vol. III nº 1.

WARSHAW, M.C. e R. ROY. Classification and scheme for identification of layers silicates. Bul. Geol. Soc. Am. 72: 1455-1492. 1963.

WEAVER, R.M. Soils of the central plateau of Brazil. Chemical and mineralogical properties. Agron. Min. 74-8. Cornell University, Ithaca, N.Y. 1974.

WILSON, M.J. Chemical weathering of some primary rock-forming minerals. Soil Sci. 119(5): 349-355. 1975.

9. APÊNDICE

PEDON 1

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, EPIEUTRÓFICO; Álico, A fraco , textura média.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Pirapora-Montes Claros, aproximadamente 1 km de Guaicuí pelo lado esquerdo a 700 metros desta por uma secundária que leva a margem direita do rio São Francisco.

GEOLOGIA: Quaternário-Pleistoceno.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos areno-argilosos.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suavemente ondulado.

VEGETAÇÃO: Cerrado secundário.

DRENAGEM: Boa.

MORFOLOGIA:

A1 0- 12 cm; pardo (7,5YR 5/4 úmido) com pardo escuro (7,5YR 4/2) médios, distintos, 40 %; areia barrenta (ab); granular média, fraca, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas abundantes, médias a grossas, comuns; galerias biológicas menores que 5 mm, abundantes; acumulações de matéria orgânica, comuns; poros finos e médios, caóticos, descontínuos, abundantes; deposição de 10 mm aproximadamente, de areia em superfície; limite ondulado, claro.

Bsq1 12- 32 cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro arenoso (ba); prismática média que se rompe em blocos subangulares, médios, fraco; muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso; raízes médias e grossas, abundantes; galerias biológicas menores que 10 mm, abundantes, algumas com paredes cerosas; poros médios, oblíquos, descontínuos, abundantes; limite ondulado , gradual.

Bsq2 32- 92 cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro arenoso (ba); blocos subangulares médios, fraco; muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso; raízes médias, comuns; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns, algumas com acumulações de argila cimentando quartzo fino; poros médios, verticais e horizontais, descontínuos, abundantes; limite ondulado, difuso.

B/C 92-150+cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro argilo arenoso (bra/ra); maciço que se rompe em fragmentos irregulares, fraco; muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, poucas; poros médios, verticais, contínuos, abundantes.

OBSERVAÇÃO: Pontes de argila no Bsq1 e Bsq2.

ALTITUDE: 520 metros.

PEDON 2

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO PLÍNTICO, EPIEUTRÓFICO; Álico, A moderado, textura argilosa.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente a 1 km de Guaicuí penetrando-se a esquerda por uma secundária cerca de 2.000 m.

GEOLOGIA: Quaternário-Holoceno.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilo-arenosos retrabalhados.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a levemente deprimido.

VEGETAÇÃO: Floresta caducifolia transição a cerrado.

DRENAGEM: Imperfeita.

MORFOLOGIA:

A1 0- 8 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); barro arenoso (ba); blocos subangulares, médios a finos, moderado; muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes muito finas, abundantes, médias poucas; galerias biológicas menores que 5 mm, poucas; poros finos, caóticos, descontínuos, abundantes; limite ondulado, claro.

Bt1 8- 38 cm; pardo forte (7,5YR 5/6 úmido); barro argiloso (ra); prismático grandes; friável, muito plástico, muito pegajoso ; raízes finas, raras; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; poros finos e médios, verticais, descontínuos, abundantes; acumulação ferruginosa em 5 %, alaranjado (5YR 5/8); limite ondulado, gradual.

Bt2 38-100 cm; matriz amarelo avermelhado (7,5YR 6/8 úmido) com 20 % vermelho (2,5YR 4/6), médios, irregulares, distinto, brusco ; barro argiloso (r/rl); prismas médios e grandes, fraco; muito friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes muito finas, raras; galerias biológicas menores que 5 mm, comuns ; poros médios, oblíquos, descontínuos, abundantes; acumulações vermelhas de ferro e argila, comuns e de argila em galerias grandes cimentando quartzo fino; limite ondulado,gradual.

Cpn 100-140+cm; matriz amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 úmido); com 30 % vermelho (2,5YR 4/6) e 10 % pardo muito pálido (10YR 7/3) , pequenos a médios, distintos; barro argiloso (r); prismática média, fraca; muito friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas, raras; poros finos e médios, caóticos , abundantes; acumulação de ferro em forma concrecionária, irregulares, menores que 20 mm.

OBSERVAÇÃO: Bt1 cerosidade caótica como películas finas, pouca. Bt2 cerosidade nos planos verticais como películas comuns, moderada.

PEDON 3

CLASSIFICAÇÃO: LATERITA HIDROMÓRFICA, EPIEUTRÓFICO, Álico, A moderado, textura média.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente 1 km de Guaicuí penetrando-se a esquerda por uma secundária, cerca de 2.800 m.

GEOLOGIA: Quaternário-Holoceno.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilosos retrabalhados.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano, com áreas deprimidas.

VEGETAÇÃO: Campina de várzea associada a áreas de cerrado ralo e de porte baixo.

DRENAGEM: Impedida.

MORFOLOGIA:

A1 0- 8 cm; pardo escuro (10YR 4/3 úmido); barro argilo limoso (br1/r1); blocos subangulares médios e finos, moderado; friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas e muito finas, abundantes; galerias biológicas maiores que 10 mm, abundantes; poros médios e finos, caóticos, descontínuos, abundantes; limite ondulado, claro.

Bt1 8- 34 cm; matriz pardo amarelo claro (10YR 6/4 úmido), com 15 % vermelho (2,5YR 5/8), pequeno, distinto; barro argilo limoso (rl); blocos subangulares médios e grandes, forte; friável, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade fraca, pouca em alguns planos; raízes muito finas, poucas; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns, algumas com preenchimento de argila cimentando areia fina; poros finos, caóticos, descontínuos, abundantes; limite ondulado, claro.

Bt2 34- 89 cm; matriz pardo muito pálido (10YR 7/3 úmido) com 15 % vermelho (2,5YR 5/8) de acumulação de ferro, médios, distintos; argilo limoso (rl); prismática grande que se rompe em blocos médios e grandes, moderado; friável, muito plástico, muito pegajoso; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; poros médios, caóticos, descontínuos, abundantes; acumulações ferruginosas vermelhas; limite ondulado, gradual.

2Cpn 89-150+cm; matriz pardo muito pálido (10YR 7/3 úmido) com 30 % vermelho (2,5YR 5/8); ferruginosas, distintas, abrupto; barro argiloso (ra); prismática grande que se rompe em blocos subangulares médios, moderado; friável, muito plástico, muito pegajoso; poros médios, caóticos, descontínuos, abundantes; acumulações de ferro em áreas irregulares, vermelhas; seixos quartzíticos menores que 20 mm dispersos no horizonte.

OBSERVAÇÃO: Bt2 apresenta crotovinas menores que 30 mm na base, comuns.

PEDON 4

CLASSIFICACÃO: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO PLÍNTICO, EPIEUTRÓFICO, Álico, A moderado, textura barro argilo limosa.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente 7 km de Guaicuí penetrando-se a esquerda cerca de 3,8 km por uma secundária.

GEOLOGIA: Quaternário-Holoceno.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilosos retrabalhados.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

VEGETAÇÃO: Floresta caducifolia transição a cerrado.

DRENAGEM: Imperfeita.

MORFOLOGIA:

A1 0- 7 cm; pardo escuro (10YR 4/3 úmido); barro limoso (bl); composta, blocos subangulares médios, moderado e granular pequena a média, moderada; friável, plástico a pegajoso; raízes médias e grossas, abundantes; galerias biológicas menores que 10 mm, abundantes; limite ondulado, claro.

B/A 7- 19 cm; pardo (10YR 5/3 úmido) com 15 % de pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4), pequeno a médio, distinto e 10 % amarelo avermelhado (7,5YR 6/8), pequeno, distinto; barro limoso (r); blocos subangulares médios e pequenos, moderado; muito friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas e médias abundantes; galerias biológicas menores que 10 mm, abundantes; poros finos e médios, caóticos, descontínuos, abundantes; concreções de ferro e argila, aumentando quartzo; acumulações de argila e quartzo fino em galerias; limite ondulado, gradual.

Bt1 19- 57 cm; matriz pardo amarelado (10YR 5/4 úmido) com 30 % pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4), médio, distinto, brusco;barro argilo limoso (rl); prismática que se rompe em blocos subangulares médios, moderado; muito friável, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade forte, por planos verticais e horizontais, abundantes; raízes médias, comuns; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; poros finos e médios, oblíquos, descontínuos, comuns; concreções plínticas, 30 %; limite ondulado, claro.

Btpn2 57- 79 cm; matriz amarelo avermelhado (7,5YR 6/8) com 30 % vermelho (2,5YR 4/8), médio, distinto, brusco; barro argilo limoso (rl) prismática grande, forte; friável, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade moderada, planos verticais e horizontais, películas finas, abundantes; raízes finas e poucas; galerias biológicas menores que 10 mm preenchidas com argila cimentando quartzo fino, comuns; poros médios, oblíquos, descontínuos, abundantes, concreções plínticas menores que 4 mm, comuns; limite ondulado, abrupto.

2C 79-115 cm; amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 úmido); barro arenoso (ba); macico; muito friavel, não plástico, ligeiramente pegajoso; pontes de argila esparsas; raízes finas, poucas; galerias biológicas menores que 3 mm raras; poros médios, verticais e oblíquos, comuns; limite ondulado, abrupto.

3Cpn 115-240+cm; matriz vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido) com 40 % pardo muito pálido (10YR 7/3) e preto (N2/) de manganês, 2 %, distintos, abruptos; barro limoso (r); prismática média a grande, forte; friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes muito finas, poucas; poros finos, caóticos, descontínuos , abundantes; concreções e nódulos de argila com manganês no centro.

OBSERVAÇÃO: Nos últimos 50 cm com cor de matriz pardo muito pálido (10YR 7/3) e com 40 % (5YR 4/8) médios, distintos, abrupto, com canais absorventes em cujas paredes se depositam manganês (N2/).

PEDON 5

CLASSIFICAÇÃO: BRUNIZEM AVERMELHADO, textura siltosa.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente 1 km de Guaicuí, pelo lado esquerdo em estrada secundária por 5,5 km e a 250 metros da margem direita do rio São Francisco.

GEOLOGIA: Quaternário-Holoceno.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilo-limosos fluviais.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

VEGETAÇÃO: Floresta ciliar.

DRENAGEM: Boa.

MORFOLOGIA:

A1 0- 10 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); barro limoso (bra/br); blocos subangulares médios e finos, forte; friável, plástico, pegajoso; raízes grossas a finas, abundantes, muito grossas, raras; galerias biológicas menores que 10 mm algumas preenchidas com material preto (N/), abundantes; poros médios, caóticos, descontínuos, abundantes; carvões pequenos, comuns; limite transitando gradualmente.

A2 10- 40 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); barro limoso (br); blocos subangulares médios e grandes, forte ; friável, plástico, pegajoso; raízes grossas a finas, abundantes; galerias biológicas menores que 10 mm abundantes, algumas preenchidas com material preto (N2/); poros médios e finos; horizontais e oblíquos, contínuos, abundantes; carvões pequenos, raros; limite ondulado, gradual.

Bt1 40- 82 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4 úmido); barro limoso (R); prismática média, moderada; friavel, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade moderada, planos verticais e horizontais; películas médias, abundantes; raízes finas, comuns; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; poros médios, descontínuos, caóticos, abundantes; limite ondulado, gradual.

Bt2 82-140+cm; alaranjado (5YR 4/6 úmido); barro (ra); maciço que se rompe em fragmentos irregulares; firme, plástico, pegajoso; cerosidade fraca nos planos verticais e horizontais, películas finas, comuns; raízes finas, poucas; galerias biológicas menores que 5 mm, poucas; poros finos e médios, caóticos, descontínuos, comuns, limite ondulado, gradual.

2C 140-200 cm; amarelo avermelhado (7,5YR 6/6); areia barrenta (ab); maciço, muito friável, não plástico, não pegajoso.

ALTITUDE: 400 metros.

PEDON 1

Horizonte		Densidade		VPT	Grau Floc.	Umidade % tensões	
Símbolo	Prof.(cm)	Da	Dr	%	%	1/3	15
A1	0- 12	1,6	2,5	35	36	9	3
Bsq1	12- 32	1,7	2,6	35	17	12	5
Bsq2	32- 92	1,8	2,5	31	92	15	6
B/C	92-150	1,5	2,6	43	95	12	8

Areia %					Limo	Argila %		Classe
mg	g	m	f	mf	%	Total	Disp.	text.
1,2	8,4	30,6	29,5	10,1	10,6	9,6	6,2	ab
1,5	7,8	27,2	26,6	8,1	16,4	12,4	10,2	ba
1,5	10,2	26,2	20,8	8,6	13,6	19,1	1,6	ba
1,1	7,8	21,6	23,2	12,5	12,7	21,1	1,0	bra

CTC	Complexo sortivo (e.mg/100 g)							
emg/100g	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	H^{+}	Al^{3+}	PO_4^{3-}	S
1,58	0,36	0,33	0,18	0,02	0,25	0,44	0,03	0,9
1,38	0,07	0,20	0,08	0,02	0,37	0,64	0,01	0,4
1,54	0,07	0,31	0,06	0,02	0,41	0,67	0,01	0,5
1,71	0,07	0,27	0,31	0,02	0,24	0,80	0,01	0,8

V	pH (1:1)		Acidez	C	MO	Fe_2O_3	V_{Al}
%	H_2O	KCl	CaOAC	%	%	livre %	%
56	4,3	3,5	2,9	0,6	1,0	1,0	28
27	4,0	3,4	2,6	0,4	0,7	1,4	46
30	4,1	3,4	2,7	0,2	0,3	1,7	43
39	3,9	3,4	2,6	0,2	0,3	1,6	47

PEDON 2

Horizonte		Densidade		VPT	Grau Floc.	Umidade % tensões	
Símbolo	Prof. (cm)	Da	Dr	%	%	1/3	15
A1	0- 8	1,8	2,5	30	42	14	6
Bt1	8- 38	1,7	2,6	36	94	19	10
Bt2	38-100	1,6	2,6	40	97	24	12
Cpn	100-140	1,7	2,6	34	97	28	13

Areia %					Limo	Argila		Classe
mg	g	m	f	mf	%	Total	Disp.	text.
0,4	2,6	13,8	30,2	8,1	33,0	11,9	6,9	ba
0,2	2,0	9,9	22,9	6,5	29,9	28,6	1,5	br
0,5	1,3	5,1	15,5	5,3	34,5	37,8	1,0	br
0,4	1,5	4,1	12,6	6,3	43,6	31,5	1,0	br

CTC	Complexo sortivo (e.mg/100 g)							
e.mg/100g	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	H^{+}	Al^{3+}	PO_4^{3-}	S
3,51	1,46	0,84	0,74	0,04	0,17	0,26	0,05	3,1
3,44	0,18	0,45	0,74	0,02	0,34	1,71	0,01	1,4
3,30	0,12	0,19	0,45	0,02	0,33	2,19	0,01	0,8
2,89	0,12	0,14	0,20	0,02	0,28	2,13	0,02	0,5

V	pH (1:1)		Acidez	C	MO	Fe_2O_3	V_{Al}
%	H_2O	KCl	CaOAC	%	%	livre %	%
88	4,6	3,7	3,7	1,1	1,9	0,8	7
40	4,2	3,2	4,7	0,3	0,5	1,1	50
24	4,0	3,2	5,2	0,3	0,5	1,6	66
17	4,1	3,3	5,3	0,2	0,3	2,9	74

PEDON 3

Horizonte		Densidade		VPT	Grau Floc.	Umidade % tensões	
Símbolo	Prof.(cm)	Da	Dr	%	%	1/3	15
A1	0- 8	1,3	2,2	43	41	38	23
Bt1	8- 34	1,5	2,4	38	94	36	23
Bt2	34- 89	1,4	2,6	47	97	40	25
2Cpn	89-150	1,7	2,7	36	96	26	15

Areia %					Limo	Argila		Classe
mg	g	m	f	mf	%	Total	Disp.	text.
-	0,5	0,8	1,1	0,7	60,7	36,2	21,3	brl
-	0,2	0,8	1,4	1,0	62,1	34,5	2,2	brl
-	0,1	0,5	1,0	1,0	56,8	40,6	1,0	rl
0,4	0,9	7,0	18,0	8,2	36,4	29,1	1,0	br

CTC	Complexo sortivo (e.mg/100 g)							
e.mg/100g	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	H^{+}	Al^{3+}	PO_4^{3-}	S
4,21	0,96	0,58	0,47	0,10	0,90	1,20	0,04	2,1
2,86	0,25	0,06	0,10	0,09	0,09	2,27	0,02	0,5
3,02	0,07	0,08	0,06	0,09	0,40	2,32	0,01	0,3
3,64	0,18	0,19	1,15	0,06	0,33	1,73	0,02	1,6

V	pH (1:1)		Acidez	C	MO	Fe_2O_3 livre	V_{Al}
%	H_2O	KCl	CaOAC	%	%	%	%
50	3,7	3,1	8,8	2,4	4,1	2,8	28
17	3,8	3,2	6,4	1,0	1,7	2,8	79
10	4,2	3,2	5,8	0,4	0,7	3,8	77
43	4,5	3,3	4,6	0,2	0,3	2,5	47

PEDON 4

Horizonte		Densidade		VPT	Grau Floc.	Umidade % tensões	
Símbolo	Prof.(cm)	Da	Dr	%	%	1/3	15
A1	0- 7	1,4	2,4	39	32	24	16
B/A	7- 19	1,5	2,3	36	44	21	12
Bt1	19- 57	1,4	2,6	44	97	24	14
Btpn2	57- 79	1,6	2,6	39	96	23	13
2C	79-115	1,7	2,5	30	88	19	17
3Cpn	115-140	1,7	2,6	37	92	14	12

Areia %					Limo	Argila		Classe
mg	g	m	f	mf	%	Total	Disp.	text.
0,3	3,5	10,4	4,4	1,9	56,7	22,8	15,5	bl
0,4	3,2	9,8	4,3	1,4	55,6	25,3	14,3	bl
0,9	2,6	6,6	3,1	2,5	49,7	34,6	1,2	brl
0,4	3,1	10,3	3,7	0,7	50,0	31,8	1,3	brl
1,3	7,8	33,2	17,2	5,4	24,7	10,4	1,3	ba
0,2	1,5	10,9	9,8	10,1	51,2	16,3	1,3	bl

CTC	Complexo sortivo (e.mg/100 g)							
e.mg/100 g	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	H^{+}	Al^{3+}	PO_4^{3-}	S
5,13	2,49	1,43	0,45	0,05	0,31	0,40	0,04	4,4
3,35	0,90	0,34	0,20	0,03	0,08	1,80	0,01	1,5
3,95	0,30	0,27	0,15	0,05	0,31	2,87	0,02	0,8
1,98	0,12	0,11	0,07	0,05	0,45	1,18	0,01	0,3
0,92	0,12	0,08	0,04	0,04	0,09	0,55	0,08	0,3
2,05	0,18	0,34	0,12	0,12	0,09	1,26	0,02	0,7

V	pH (1:1)		Acidez	C	MO	Fe_2O_3	V_{Al}
%	H_2O	KCl	CaOAC	%	%	livre	%
86	4,6	3,5	7,2	2,3	3,9	2,5	8
44	4,2	3,2	6,0	0,9	1,5	2,9	54
19	4,3	3,2	6,6	0,5	0,8	3,7	73
18	4,4	3,4	6,1	0,4	0,7	4,1	59
30	4,5	3,6	2,6	0,1	0,2	1,6	60
34	4,8	3,4	3,6	0,1	0,2	2,7	61

PEDON 5

Horizonte		Densidade		VPT	Grau Floc.	Umidade % tensões	
Símbolo	Prof.(cm)	Da	Dr	%	%	1/3	15
A1	0- 10	1,4	2,3	42	23	23	22
A2	10- 40	1,6	2,5	34	35	18	17
Bt1	40- 82	1,6	2,6	37	32	17	16
Bt2	82-140	1,8	2,6	33	86	9	9
2C	140-200	1,5	2,6				

Areia %					Limo	Argila		Classe
mg	g	m	f	mf	%	Total	Disp.	text.
-	-	0,9	17,6	4,3	63,2	14,0	10,8	b1
-	-	1,4	22,3	6,6	50,9	18,8	12,2	b1
-	0,1	1,0	20,1	2,7	53,4	22,7	15,4	b1
-	-	2,4	36,2	9,6	33,9	17,9	2,4	b
-	-	2,6	57,6	13,8	9,6	16,4	-	ba

CTC	Complexo sortivo (e.mg/100 g							
e.mg/100 g	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	H^{+}	Al^{3+}	PO_4^{3-}	S
14,80	11,28	2,78	0,44	0,10	0,11	0,09	0,17	14,6
9,00	6,07	2,23	0,42	0,08	0,11	0,09	0,08	8,8
6,93	3,31	2,68	0,72	0,06	0,08	0,08	0,02	6,8
3,22	1,55	0,89	0,34	0,05	0,29	0,10	0,04	2,8

V	pH (1:1)		Acidez	C	MO	Fe_2O_3	V
%	H_2O	KCl	CaOAC	%	%	livre	Al %
99	6,5	5,6	2,7	4,2	7,1	2,3	1
98	5,8	5,0	3,2	1,4	2,4	2,9	1
98	5,8	4,8	2,8	0,6	1,0	3,3	1
88	4,8	3,6	2,8	0,2	0,3	2,4	3