

CARACTERIZAÇÃO E MINERALOGIA DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE FOLHELHO E ARENITO

Sonia Carmela Falci Dechen

Engenheira Agrônoma

Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Orientador: JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em "Solos e Nutrição
de Plantas".

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
junho de 1979

Ao
Antonio Roque,
meu esposo, dedico.

Aos

Romeu e Ruth Sonia

Geny

Romeu Carlo e Márcia Beatriz

Deborah e Mark

Antonia Nilva, Otacílio e Valquiria

Carlo Fabiano e Carlo Enrico,

meus familiares,

ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. José Luiz Ioriatti Demattê, a nossa sincera gratidão pela orientação segura com que nos conduziu nesta pesquisa, bem como por sua compreensão e apoio irrestritos demonstrados em todas as oportunidades.

Ao Professor Dr. Antonio Carlos Teixeira Mendes, não só pela cessão do Laboratório de Mineralogia de Solos, onde grande parte das análises foram feitas, mas também pelos conhecimentos e amizades auferidos, desde que, sob sua orientação, nos iniciamos na pesquisa.

Ao pesquisador científico Dr. José Bertoni, Chefe da Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pelo apoio recebido durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Arary Marconi pela sempre boa disposição em colaborar durante os estudos ao microscópio petrográfico.

Ao pesquisador científico Igo Fernando Lepsch, da Seção de Pedologia do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pela pronta colaboração sempre que solicitado.

À Professora Dra. Yvone P. Mascarenhas, Chefe do Laboratório de Cristalografia do Departamento de Física da Faculdade de Engenharia de São Carlos, USP, pelas facilidades concedidas para a utilização do difratômetro de raios X, e ao Sr. Carlos Alberto Trombella pela ajuda na realização das análises.

lidade, pelas análises químicas.

Ao Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, através da Comissão de Orientação do Estudante em Pós-Graduação, pelo apoio recebido na conclusão deste.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela oportunidade de aperfeiçoamento através do curso de pós-graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela Bolsa de Doutorado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisador.

E a todos aqueles que, de uma forma ou outra, colaboraram na execução deste, o nosso muito obrigado.

Í N D I C E

	Pág.
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	5
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 - Solos	24
4.2 - Procedimento de Laboratório	25
4.2.1 - Análises Físicas	25
4.2.2 - Análises Químicas	27
4.2.3 - Análises Mineralógicas	31
4.2.4 - Análise Micromorfológica	36
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
5.1 - Localização dos Municípios e dos Perfis de Solos ..	39
5.2 - Clima	41
5.3 - Vegetação	46
5.4 - Relevo	46
5.5 - Geologia e Geomorfologia	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
6.1 - Morfologia	59
6.2 - Análise Granulométrica	74
6.3 - Propriedades Químicas	88
6.4 - Mineralogia	100

	Pág.
6.5 - Micromorfologia	151
7. CONCLUSÕES	182
7.1 - Solos Desenvolvidos Sobre o Arenito	182
7.2 - Solos Derivados do Folhelho	185
8. SUMMARY	188
9. LITERATURA CITADA	190
10. APÊNDICE 1	207
11. APÊNDICE 2	228

1. RESUMO

Com o objetivo de estudar a evolução das características pedológicas, partindo dos cambissolos em direção aos solos desenvolvidos, foi proposta a presente pesquisa.

Para tanto, selecionaram-se dois perfis desenvolvidos, pertencentes ao Podzolizado de Lins e Marília - variação Marília, situados no município de Monte Alto, SP e o respectivo Cambissolo. Selecionaram-se também, outros dois perfis desenvolvidos, Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, coletados nos municípios de Charqueada, SP e Rio Claro, SP, e os respectivos Cambissolos. Os perfis da variação Marília e Cambissolo correspondente, encontram-se sobre o Arenito Bauru, e aqueles da variação Piracicaba e respectivos Cambissolos, sobre a Formação Estrada Nova.

A evolução das características pedológicas foi analisada através de análises morfológica, granulométrica, química, mineralógica das frações areia, silte e argila, e micromorfológica em amostras dos horizontes do solo.

Para os solos desenvolvidos sobre o Arenito Bauru, a evolução dos Cambissolos para os desenvolvidos implicou na evolução do horizonte câmbico, para um argílico, ocorrendo aumento da espessura do solum, tendo cor, textura e estrutura permanecido aproximadamente as mesmas. A análise granulométrica evidenciou o aumento da quantidade de argila no horizonte B em relação ao A. Dentre as características químicas, o pH permaneceu praticamente o mesmo, enquanto que as altas saturações em alumínio no Cambissolo quase desapareceram nos solos desenvolvidos, sendo tais valores relacionados mais com a mineralogia destes solos. Os altos teores de saturação em bases verificados no Cambissolo, o foram também nos desenvolvidos. A CTC diminuiu nos solos desenvolvidos, tendo sido esse fato atribuído à mudança dos minerais dominantes na fração argila, em cada um dos estágios de desenvolvimento do solo: mica e caolinita no primeiro e caolinita no segundo. A mineralogia da fração areia leve revelou o quartzo como o dominante, aparecendo também na fração silte, acompanhado de caolinita, feldspatos e minerais interestratificados. A fração argila não se modificou qualitativamente durante a evolução: caolinita, mica, gibbsita e minerais interestratificados, sendo praticamente herdadas da rocha matriz. A forma de ferro domi-

nante no Cambissolo foi a cristalina, enquanto que os amorfos predominaram nos solos desenvolvidos, tendo sido verificada estreita relação entre o conteúdo de argila e os de ferro e alumínio. As observações micromorfológicas evidenciaram que as argilans iluviais, em pequena quantidade no Cambissolo foram aumentando nos solos desenvolvidos. O plasma sêpico do Cambissolo evoluiu para um plasma fracamente sêpico nos solos desenvolvidos, relacionando-se com o mineral de argila dominante em ambos os estágios de evolução: mica e caolinita no primeiro e caolinita no segundo.

Na evolução dos solos desenvolvidos sobre os folhelhos da Formação Estrada Nova concluiu-se que cor e estrutura foram características transmitidas aos solos desenvolvidos, posto que muito pouco se alteraram com a evolução. Já a textura evoluiu para a classe argila, acompanhada também de uma maior espessura do solum. Na análise granulométrica verificou-se que as grandes quantidades de silte do Cambissolo reduziram-se nos desenvolvidos, os quais apresentaram contudo, um conseqüente aumento da fração argila, passando o câmbico para o argílico.

O pH também não se alterou com o maior desenvolvimento dos perfis, enquanto que a soma de bases evoluiu para valores menores devido à maior lixiviação. Também a CTC alterou-se nos solos desenvolvidos, como conseqüência dos minerais de argila dominantes nesses dois estágios da evolução: mica no Cambissolo e caolinita e mica no solo desenvolvido.

A mineralogia da fração areia foi dominada pelo quartzo seguido das micas e em quantidades menores feldspatos, tanto nos Cambissolos como nos solos desenvolvidos. Considerou-se a mica presente na fração argila como herdada da fração areia, e a vermiculita como originária do intemperismo da mica. A fração silte praticamente não sofreu evolução: quartzo, micas e minerais interestratificados. Os feldspatos só apareceram nos Cambissolos e a caolinita, tendo sido verificada nos perfis mais desenvolvidos foi parcialmente considerada provir do intemperismo dos feldspatos. A mineralogia da fração argila mostrou que a mica presente no Cambissolo altera-se já nele para caolinita e nos perfis mais desenvolvidos, constata-se ainda a presença de vermiculita e minerais interestratificados. Também nesta evolução verificou-se que o Cambissolo possuía muito mais ferro cristalino, o qual passou a amorfo nos perfis desenvolvidos. O alumínio pouca influência sofreu nos processos de evolução e ele e o ferro estão intimamente correlacionados com os teores de argila, tanto no Cambissolo como nos solos desenvolvidos. A micromorfologia revelou a passagem da fábrica massépica com áreas lattissépicas, para essencialmente massépica, correlacionada à mineralogia da fração argila. As micas presentes nos fragmentos de folhelho intemperizaram-se, aparecendo como pápulas nos perfis mais desenvolvidos.

2. INTRODUÇÃO

A gênese e a classificação de solos tomaram um grande impulso com os conceitos introduzidos por SIMONSON (1959), aliando-se a eles um conhecimento mais seguro da fração coloidal do solo, através de generalizações de fundamental importância, introduzidas por JACKSON (1968).

Paralelamente, os cientistas do solo avançaram em seus conhecimentos quando os conceitos de relação dos solos com a paisagem foram elaborados por Newbold (PRESCOTT e PENDLETON, 1952). Os trabalhos foram se sucedendo nesse aspecto, podendo ser citados mais recentemente os de OLLIER (1959), DANIELS *et alii* (1971) e BREWER (1972). Em nosso meio esses estudos iniciaram-se com os trabalhos de MONIZ e CARVALHO (1973), QUEIROZ NETO *et alii* (1973), MONIZ

et alii (1976), DEMATTÊ *et alii* (1977) e LEPSCH *et alii* (1977).

No entanto, a verificação da evolução das características pedológicas indo dos Cambissolos para os desenvolvidos não tem sido muito estudada, apesar de sua importância dentro do relacionamento do solo na paisagem.

Com vista a este aspecto é que foi proposto este trabalho com o principal objetivo de estudar a evolução das características pedológicas indo dos perfis pouco desenvolvidos para os mais desenvolvidos. Para tanto foram selecionados perfis de solos desenvolvidos do arenito Bauru e solos desenvolvidos de folhelho da Formação Estrada Nova.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Característica dos Podzólicos

METALSKI e TURK (1947), estudando os minerais pesados, a análise granulométrica, pH, alumínio livre, óxido de ferro e sílica coloidal em dois grupos de solos podzólicos, verificaram em todos os solos que a quantidade total de minerais pesados foi a maior no horizonte C e a menor no horizonte B, e também que, hornblenda, granada, epídoto, zirconita, turmalina, tremolita, moscovita e minerais pesados foram identificados.

SIMONSON (1949) sugeriu, com base em dados publicados, que os principais processos nos solos podzólicos vermelho amarelo são a formação de minerais de argila silicatados em grande profundidade e sua subsequente destruição e desaparecimento.

DYAL *et alii* (1951), relatando as características da fração argila de Podzólicos Vermelho Amarelo no sudeste dos Estados Unidos, através de análises térmica diferencial e de difração dos raios X, verificaram que os minerais de argila caolinífticos, quartzo e gibbsita predominaram nas frações argila (menor que 2μ) dos horizontes A, B e C. Diferenças na composição mineralógica pareceram ser herdadas do material de origem. A caolinita aumentou no horizonte B de solos desenvolvidos em regiões meio-úmidas de materiais de origem argilosos.

DURAND (1951) relatou que o fator de distinção de oito perfis de solos característicos descritos, foi, principalmente o grau de lixiviação influenciada pela maior ou menor permeabilidade da rocha matriz ou pelas condições de drenagem devidas à topografia. Os exames de difratometria dos raios X mostraram que a caolinita acumulou-se somente se estava originalmente presente na rocha de origem, enquanto que em sua ausência era a sílica coloidal que migrava e se acumulava nos horizontes iluviais.

LYFORD (1952), relatando as características de alguns podzólicos no noroeste dos Estados Unidos, concluiu que o Podzólico Vermelho Amarelo ocorre sobre superfícies muito velhas da Terra.

UBEDA MOLINA (1954) estudou dois perfis de solos desenvolvidos sobre xistos altamente silícicos, com baixo desenvolvimento. Um deles tinha um horizonte bem distinto de acumulação de fer

ro, e o outro foi classificado como um litossolo, mas em ambos a camada acinzentada foi muito claramente definida, dando clara evidência de podzolização, fato raro na Argentina.

FOX (1954) relatou grandes quantidades de argila no subsolo de um solo anotado como Podzólico Vermelho Amarelo, barro arenoso, derivado de material silicoso, em condições que promoveram a formação da argila no horizonte C e sua progressiva destruição nos horizontes A e B.

RICH e OBENSHAIN (1955) verificaram que o Nason barro siltoso era quase carente de cálcio trocável e pobre em outras bases. Embora a CTC do horizonte B3 fosse 25 e.mg/100 g de solo, este horizonte continha somente 0,08 e.mg de Ca/100 g de solo. Os minerais de argila presentes eram caolinita, vermiculita dioctaédrica e illita-vermiculita interestratificadas regularmente e ao acaso.

BREWER (1955) estudou a gênese de um podzólico amarelo com características solódicas. As medidas de densidade e porosidade e porcentagem de zirconita em cada horizonte do solo e da rocha mostraram um progressivo aumento no grau de intemperismo dos minerais do horizonte mais profundo para a superfície. Havia também menos argila nos horizontes de textura mais fina do que poderia ser formada pelo intemperismo da rocha *in situ* e as seções delgadas não mostraram iluviação de argila nos horizontes, mas havia evidência da decomposição dos minerais primários para formar minerais de argila *in situ*. Intemperismo e remoção dos produtos do intemperismo de

minerais de argila são processos dominantes na gênese deste solo; a iluviação de argila é um fator minoritário de contribuição.

BAUR e LYFORD (1957) relataram que um aumento notável no conteúdo de argila do horizonte A2 para o B, ou a presença de um filme de argila fracamente contínuo ou distintamente descontínuo são características de solos Podzólicos Vermelho Amarelo.

KREBS e TEDROW (1958) verificaram que alguns Podzólicos Vermelho Amarelo têm sofrido um tipo ou grau de intemperismo substancialmente diferente daquele de solos ao norte do moraine terminal do Wisconsin, mas semelhantes àqueles solos no sul do Piedmont. A maior parte deste intemperismo provavelmente ocorreu durante os intervalos interglaciais. A ocorrência e distribuição de grandes quantidades de caolinita e (ou) gibbsita nas argilas indicam uma decomposição da rocha e gênese de mineral de argila semelhante àquela associada com laterização. Podzolização e intemperismo laterítico estão operando simultaneamente através do este dos Estados Unidos, o primeiro mais particularmente em direção ao norte e o último em direção ao sul.

SYS (1959) relatou que a presença ou ausência de filmes de argila sobre a superfície de agregados é relacionada ao grau de intemperismo do solo. Em solos desenvolvidos sobre granito e xistos, a ausência de filmes de argila é associada com o desaparecimento de argilas micáceas e com o aumento em gibbsita, devida à translocação e floculação de alumínio, silício e ferro no perfil.

THORP *et alii* (1959), no estudo da gênese de solos Podzólicos "Gray Brown", relataram que a maior parte da argila estava originalmente presente no material de origem, mas que vermiculita e montmorillonita haviam se formado às expensas da illita e alguma parte havia se formado pelo intemperismo de minerais primários, tais como feldspatos e hornblenda.

McCALEB (1959) estudou a gênese de Podzólico Vermelho Amarelo, através de dados mineralógicos, químicos, físicos e morfológicos obtidos em 18 perfis de duas sequências derivadas de rochas ácidas cristalinas e arenitos. Verificou que as diferenças entre e dentro das sequências eram devidas tanto às propriedades herdadas como genéticas, ambas relacionadas a, ou limitadas pelo material. Diferenças de magnitude refletiram diferenças herdadas enquanto que os tipos de distribuição refletiram semelhanças genéticas sob condições uniformes. Discrepâncias na distribuição com a profundidade do conteúdo de argila, e capacidade de troca ocorreram com as diferenças nos materiais de origem.

GIDDENS *et alii* (1960) relataram que o material de origem e a topografia eram os responsáveis pelos inúmeros tipos de solos da Georgia, sendo que os Podzólicos Vermelho Amarelo predominavam em virtude do clima quente e úmido, com a caolinita dominando em solos de boa drenagem.

GJEMS (1960) relatou que a montmorillonita foi o mineral dominante na fração menor que 2μ do horizonte A2 mesmo quan-

do os perfis dos solos tinham somente 300 anos. A vermiculita e a hidrobiotita predominaram na fração 2-20 μ , ocorrendo raramente na fração > 20 μ . Esses dois últimos minerais ocorreram também nas frações mais finas do horizonte B, mas só raramente no horizonte C, onde suas presenças foram aparentemente devidas à contaminação com produtos mais velhos ou interglaciais do intemperismo, e que a presença da caolinita em alguns perfis é explicável do mesmo modo.

LEMOS e BENNEMA (1960), estudando os solos podzólicos que ocorrem em arenito calcário no Estado de São Paulo, relataram que estes solos ocorrem nas melhores zonas cafeeiras do Estado. São solos fortemente podzolizados com horizontes A1 e B textural. A saturação em bases é alta nos horizontes A e B e frequentemente decresce no horizonte C. Os minerais de argila são predominantemente caoliníticos.

KARPACHEVSKII (1960), investigando, através da micro morfologia os processos de lixiviação e podzolização de solos sob floresta, relatou que a podzolização é acompanhada pelo aumento do intemperismo de minerais primários, e que a lixiviação ("lessivage") é a fase inicial da podzolização e que aparece também em estágios posteriores.

FLACH (1960), estudando solos no nordeste dos E.U.A., verificou que os "Sols bruns acides" e os Podzólico Vermelho Amarelo eram semelhantes e que existe uma sequência de tempo dos Regos-

solos para os "Sols bruns acides" e para os Podzólicos Vermelho Amarelo, assinalando ainda, a alta correlação do ferro livre com a argila nesses solos.

GRADUSOV e DZYADEVICH (1961) relataram que, na parte inferior do horizonte A2, e particularmente no horizonte B, as partículas móveis de argila formaram capeamentos orientados ao redor dos grânulos de minerais primários, pontes entre as funções destes minerais e incrustações com matéria orgânica e ferro em micro-poros e fendas. No horizonte podzólico a mobilidade dos elementos foi a seguinte: $K > Ca > Mg > Si > Al = Fe$. Todos os elementos eram móveis exceto o silício do quartzo. A fração argila consistiu de montmorillonita e mica com alguma mistura de mica hidratada, compostos amorfos de ferro e alumínio, goethita e compostos minerais orgânicos. Houve um acúmulo relativo de caolinita na parte superior do horizonte podzulizado, e os conteúdos de montmorillonita, compostos amorfos de ferro e alumínio e goethita foram os mais altos no horizonte iluvial.

SCHLICHTING e BLUME (1961) observaram que, se bem que a illita fosse dominante, montmorillonita ocorreu na fração menor que $0,5\mu$ e vermiculita na fração de $0,5-5\mu$. O intemperismo resultou na formação de argila, especialmente no horizonte A, originada pelas micas e produtos solúveis de feldspatos.

AMERYCKX e WALSCHOT (1962), descrevendo um Podzólico Vermelho Amarelo (Ultissolo fósil), anotou a anomalia mostrada por este perfil, da alta saturação em bases, geralmente excedendo 35%, e concluíram que houve ressaturação causada pela percolação da água filtrando-se pelo manto de cobertura, um loess calcário.

NASH (1963) associou uma sequência anômala de intemperismo (quantidades crescentes de caolinita e material amorfo e quantidades decrescentes de quartzo na fração argila de um Podzólico Vermelho Amarelo - areia barrenta com o aumento da profundidade) à quebra de grânulos de quartzo grosseiros para partículas menores durante o intemperismo, sob condições de climas quente e úmido.

KALPAGÉ *et alii* (1963) relacionaram os minerais presentes nas frações argila, silte e areia de Podzólico Vermelho Amarelo com a pedogênese e grau de maturidade do perfil. Verificaram que houve predomínio de formas altamente cristalinas de andaluzita na fração argila, ao lado da gibbsita, que é um indicador real do avançado intemperismo pedogênico.

RIVERS *et alii* (1963) relataram a ocorrência de um horizonte de textura fina sobre os solos Podzólicos Vermelho Amarelo originados de areias e areias barrentas e atribuíram esse horizonte provavelmente à deposição pedogenética.

PAWLUK (1963) verificou que os minerais de argila com espaçamento de 14 Å foram encontrados nos horizontes B de solos podzolizados em Alberta, concentrando-se principalmente na fração

argila (2,0-0,2 μ). Os dados mostraram que o mineral a 14 Å era derivado de montmorillonita e formado *in situ* nos horizontes B, e que íons hidratados de alumina entre as camadas eram responsáveis pelos espaçamentos a 14 Å observados.

FRANZMEIER *et alii* (1963), em uma cronossequência de podzóis no norte de Michigan, E.U.A., verificaram que os minerais de argila no material de origem de todos os solos estudados na cronossequência foram predominantemente caolinita, illita ou clorita, mas que nos horizontes A2 praticamente só havia montmorillonita. Na fração areia fina, anfibólios, piroxênios e agregados minerais que tinham se intemperizado do A2 e em menor extensão do horizonte B dos podzóis. As evidências micromorfológicas no podzol B mostraram que primeiro um capeamento fracamente cristalino de sesquióxidos e argila é formado ao redor dos grânulos de areia, e posteriormente uma camada amorfa de húmus, sesquióxidos e argila forma-se ao redor desta borda. Estes capeamentos espessam-se e floculam, formando agregados intergranulares.

RODE (1964) relatou que podzolização e lessivagem resultam ambas em um horizonte A eluvial pobre na fração argila (comparado com a rocha matriz), sesquióxidos e silicatos, mas ricos nas frações grosseiras e quartzo. Em solos formados pela lessivagem, tanto os conteúdos de argila como sesquióxidos são maiores no B do que no horizonte C, mas este critério também pode ser satisfeito por solos que não tenham se formado por lessivagem.

PARFENOVA *et alii* (1964) relataram que as cutans nas paredes de fendas no horizonte iluvial são produtos de processos recentes de formação do solo.

BRYANT e DIXON (1964), estudando a mineralogia da argila e o intemperismo de um Podzólico Vermelho Amarelo oriundo de quartzo micaxisto no Alabama, E.U.A., verificaram que nesse solo a argila, nos horizontes superficiais arenosos continham mais mica (acima de 40% na fração argila grossa) do que aquela no subsolo; clo-rita-vermiculita ocorreu em quantidades apreciáveis nos horizontes superficiais. Caolinita e gibbsita foram as mais abundantes nos horizontes B, aumentando com a profundidade e acumulando-se nas partes mais inferiores do perfil. Os resultados indicaram uma alta intensidade de intemperismo no subsolo e lixiviação dos produtos do intemperismo.

McCRACKEN *et alii* (1964), estudando solos piedmont planossólicos, verificaram a existência de horizonte B com alto conteúdo de argila, alta relação B/A, mas poucas argilans iluviais.

BARRATT (1965), estudando a micromorfologia de uma sequência de solos, verificou que a argila é progressivamente liberada dos horizontes A, com o eventual desenvolvimento de um horizonte A2 eluvial, e deposita-se como capeamentos oticamente orientados que lineiam as cavidades intra-agregados dos horizontes B e C. Os minerais intemperizáveis progressivamente desaparecem do perfil, acompanhados pela mudança da areia para argila.

McKEAGUE (1965) relatou que a oxidação de ferro ferroso de zonas de redução subjacentes aparentemente contribuiu para o desenvolvimento do horizonte Bfg, que era rico em óxidos de ferro livres, mas pobre em matéria orgânica, em uma catena de podzóis.

CHERNOV (1965), estudando podzólicos típicos na região de Perm, verificou que os solos apresentaram-se de moderados a levemente barrentos, e que a fração grosseira consistia de quartzo, e em menor quantidade de aluminossilicatos. A fração argila teve beldita, com uma mistura de óxidos e hidróxidos de ferro, clorita e mica. Os solos foram fortemente podzolizados, e o acúmulo da fração argila no horizonte iluvial dependeu menos do grau de podzolização do que da composição mecânica da rocha de origem e foi tanto maior quanto mais leve a rocha matriz. O conteúdo de bases trocáveis é muito baixo e os solos muito ácidos. O alumínio trocável é o responsável pela acidez de troca.

ARIMURA e KANNO (1966), estudando a gênese e as características de um Podzólico Vermelho Amarelo derivado de um xisto cristalino em Kurogi, Kyushu, verificaram que a fábrica do horizonte A₀ parecia-se intimamente com a de sílica e que formas de húmus e grandes poros foram dominantes. Houve pequena quantidade de argilas fracamente orientadas e compostos de ferro no horizonte A. Os horizontes A e B₂₂ apresentaram fábrica esponjosa e porfirosquêlica e grano-túbulos; o horizonte B₂₂ mostrou-se mais compacto que o A. A ocorrência de quantidade considerável de argilas orientadas indi-

cou certo grau de lixiviação. Pelas características micropedológicas o solo foi classificado como um Podzólico Vermelho Amarelo.

RUTHERFORD (1967), em estudo micropedológico da gênese de solos Podzólicos "Gray brown", relatou que a micromorfologia indicou a presença de um horizonte fortemente eluviado sobre o iluvial; a falta de padrões de vazios, fáblicas plásmicas e cutans no Ae comparadas com a do horizonte B2t foi relacionada à eluviação do primeiro e iluviação do último.

FÖLSTER (1967) relatou que as extensas diferenças verticais em textura em solos tropicais podem ser causadas por diferenças primárias nos pedissedimentos estratificados bem como pela migração de argila e atividade da fauna combinada com perdas de argila pela superfície de lavagem. Este último processo produz horizontes superficiais de textura grosseira empobrecidos em argila sobre um subsolo com um conteúdo constante de argila. A migração da argila parece ser um processo mais lento que a perda de argila por lixiviação.

FIRSOVA (1967) verificou que em solos barro arenosos o alto conteúdo de ferro móvel era diversas vezes maior do que o conteúdo de alumínio móvel, mas que em solos barrentos o conteúdo de alumínio era igual ou maior do que o conteúdo do ferro móvel.

SMITH e BUOL (1968), através das relações de argila fina e argila grossa, relações moleculares de CaO/ZrO_2 e micromorfologia, concluíram que a formação de horizontes argílicos deve-se tan

to à formação de argila *in situ* como ao enriquecimento pela argila fina ($< 0,2\mu$).

GANEV (1968) atribuiu a formação e distribuição de partículas fração argila à destruição de minerais de argila sob condições ácidas no horizonte A e subsequente migração dos produtos da decomposição. Verificou também que a distribuição vertical da capacidade de troca e do alumínio móvel foi paralela àquela da argila.

SMITH e WILDING (1972) relataram que o máximo ganho de argila fina usualmente ocorreu na parte superior do Bt, e que existe uma relação recíproca entre illita e vermiculita, sugerindo ser a illita a precursora da vermiculita. Uma considerável parte do ganho de argila fina nestes solos pode ser associada a essa conversão, sendo que a vermiculita se expressa como argilans.

ROSTAD *et alii* (1973), analisando a desintegração de folhelho e siltito-arenito como processo de formação de horizonte argílico, relataram que é difícil examinar a extensão na qual este processo é efetivo na formação do solo. As evidências micromorfológicas mostraram que os fragmentos de folhelho e siltito-arenito se desintegravam nos horizontes B.

RITCHIE *et alii* (1974) assumiram que uma grande parte do ganho em argila em horizontes argílicos e câmbicos é atribuída à desintegração de folhelhos-relitos.

ESCOBAR (1968), estudando a pedo-gênese de solos da Bacia do Tijuco Preto no município de Rio das Pedras, relatou, para

o Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, a presença de caolinita, vermiculita e minerais interestratificados, tendo QUEIROZ NETO (1969) encontrado também a mica.

LEPSCH e BUOL (1974) na descrição micromorfológica de um Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, relataram que o horizonte B2 apresentou estrutura em blocos sub-arredondados parcialmente acomodados, argilans iluviais esparsas, bem como neoargilans e quasicutans. O horizonte C1 apresentou argilans iluviais comuns, neoargilans, quasicutans e algumas pápulas e colocaram-no como horizonte argílico. Este perfil, na parte mais jovem da encosta, apresentou o horizonte argílico mais desenvolvido devido ao fato que se desenvolveu de um material de origem pouco intemperizado e o tempo não foi suficiente para organizar o plasma em uma estrutura granular compacta. Portanto, a lessivagem é no presente o processo dominante na retenção de horizonte argílico nos lugares mais jovens, enquanto que a pedo-perturbação exerce domínio nos oxissolos mais velhos.

CARVALHO (1975), trabalhando com Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, encontrou caolinita, gibbsita, illita e vermiculita.

LEPSCH *et alii* (1977), em perfis de solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília, encontraram além da caolinita, mica, montmorillonita e minerais interestratificados (horizon

te B2), concluindo que estes últimos representavam estádios interme_{di}ários de transformação de minerais de estrutura 2:1 para minerais de estrutura 1:1. O quartzo foi dominante na fração areia, junto com quantidades consideráveis de feldspatos (Plagioclásios), no horizonte C.

LEPSCH *et alii* (1978), trabalhando com solos Podzoli_zados de Lins e Marília - variação Marília, verificaram a presença, na fração argila, de caolinita, e em menores quantidades, de mica, vermiculita e montmorillonita. Resultados semelhantes foram reporta_dos por MONIZ e CARVALHO (1973), ALOISI *et alii* (1976) e LEPSCH *et alii* (1977).

SOUZA e DEMATTE (1979), estudando as relações entre os solos e a paisagem, indicaram para um Podzólico Vermelho Amarelo, que os baixos teores de bases e índice de saturação sugerem uma acentuada lixiviação, mas que como o material de origem já é por natureza desbasificado, esse processo parece não ser o mais significat_{iv}o. Na mineralogia da argila encontraram mica, vermiculita, montmorillonita e caolinita.

3.2 - O Ferro nos Solos

Uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto, evidenciou as palavras de McKEAGUE *et alii* (1971) de que nestes últimos anos os pesquisadores deixaram de considerar o ferro somente como um agente cimentante e colorido das argilas, para considerá-lo como mais uma ferramenta disponível à compreensão da gênese e posterior classificação dos solos. Assim, em 1959, SCHWERTMANN mostrou que havia a possibilidade de extração diferencial do ferro amorfo dos óxidos cristalinos, pelo tratamento de amostras com oxalato de amônio e ditonito-citrato-bicarbonato de sódio.

Segundo COFFIN (1963), McKEAGUE e DAY (1966), McKEAGUE *et alii* (1971), o método do ditonito-citrato-bicarbonato de sódio extrai a maior parte dos óxidos e hidróxidos de ferro, cristalinos e amorfos, bem como os sais de ferro e os complexos orgânicos; se bem que MOORE (1973) creia que não se pode presumir que todo o ferro não esteja fazendo parte da grade cristalina dos silicatos se já extraído por este processo.

Já o "ferro amorfo" extraído pelo oxalato (SCHWERTMANN, 1964) é tido por McKEAGUE e DAY (1966) e McKEAGUE *et alii* (1971), como numa forma mais ou menos cristalina.

Em 1966, McKEAGUE e DAY utilizaram os resultados obtidos das extrações por esses dois métodos, para distinguir horizontes espódicos de outros ricos em ferro, enquanto que BLUME e SCHWERT

MANN (1969) os utilizaram para a interpretação da gênese de vários tipos de solos. Segundo estes autores, tanto o ferro como o alumínio e manganês, em virtude de serem bastante influenciados pelos processos de formação do solo, indicam a direção e a extensão dos processos pedogenéticos. No entanto, como ressaltaram os autores, é preciso levar em conta que a lixiviação e acúmulo de matéria orgânica ou outro tipo marcante de modificação da massa do solo, podem mudar o conteúdo dos óxidos de um horizonte para outro não por acúmulo deles, mas por simples concentração ou diluição. Além disso, como o ferro e o manganês são nutrientes das plantas, deve-se ter em mente seu acúmulo pelos vegetais, principalmente no caso do manganês, pois que grande parte dele participa do biociclo.

Poucos dados existem acerca do efeito dos tratamentos com o oxalato e com o ditionito sobre o alumínio e manganês em solos, se bem que BLUME e SCHWERTMANN (1969) sugeriram que o manganês extraído pelo método do ditionito seja aquele não retido na estrutura cristalina dos silicatos. McKEAGUE e DAY (1966) encontraram que pouco alumínio havia sido removido de minerais bem cristalizados pelo método do oxalato, mas que este havia removido praticamente todo o alumínio de um silicato de alumínio sintético e amorfo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Solos

Através do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960), foram selecionadas duas unidades de mapeamento: Solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília e Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba. Da primeira unidade foram amostrados dois perfis bem desenvolvidos (P1 e P2) e um cambissolo (P7), e, da segunda, também dois perfis bem desenvolvidos (P3 e P4) e seus respectivos cambissolos (P5 e P6).

Os perfis foram examinados, descritos e amostrados em trincheiras, sendo a delimitação dos horizontes feita através de suas características diferenciais. A descrição morfológica obedeceu as recomendações de LEMOS e SANTOS (1976), coletando-se cerca de 2 kg de terra por horizonte, num total de 40 amostras.

4.2 - Procedimento de Laboratório

No laboratório as amostras foram secas ao ar, destorroadas com um martelo de borracha e passadas por peneira nº 10 (2 mm de malha) a fim de separar a fração terra fina, onde foram realizados os estudos, da fração cascalho, que foi posta de lado.

4.2.1 - Análises físicas

a) Análise granulométrica

A distribuição dos separados do solo na fração menor que 2 mm foi determinada pelo método da pipeta descrito por KILMER e ALEXANDER (1949).

Amostras de 10 g (da fração menor que 2 mm) foram agitadas a 36 rpm por 16 horas, com hexametáfosfato de sódio a 5% como dispersante. Após esta dispersão, a fração areia foi separada das frações argila e silte através de peneiramento por via úmida, usando-se peneira de nº 270 (0,053 mm). As subfrações areia muito grossa (2-1 mm), areia grossa (1-0,5 mm), areia média (0,5-0,25 mm), areia fina (0,25-0,1 mm) e areia muito fina (0,1-0,05 mm) foram então obtidas através de peneiramento por via seca usando-se peneiras nºs 18, 35, 60, 140 e 270, respectivamente.

A fração argila foi determinada pelo método da pipeta.

Obtidas as frações areia e argila, a fração silte foi calculada pela diferença entre o total e a soma das duas primeiras.

b) Argila grossa ($2-0,2 \mu$) e argila fina ($< 0,2 \mu$)

Foram obtidas em procedimento à parte da análise granulométrica, seguindo-se as recomendações de JACKSON (1969).

Amostras de 2 g (da fração menor que 2 mm) foram tratadas para remoção dos sais solúveis e cátions divalentes trocáveis (com NaOAc 1N, pH 5,0), eliminação da matéria orgânica e dissolução dos óxidos de manganês (com H_2O_2 a 30%). Após este tratamento as amostras foram agitadas, dispersas com Na_2CO_3 2%, e após 8 horas de decantação 10 cm do sobrenadante sifonados, procedendo-se assim até que ao agitar-se a amostra de solo, o sobrenadante estivesse limpo (isto é, sem argila em suspensão).

A fração argila assim obtida foi transferida para tubos de centrífuga de 100 ml. A suspensão, ajustada a uma altura de 10 cm nos tubos foi centrifugada em centrífuga Internacional Nº 2, cabeça nº 240, a 2.400 rpm durante 31 min.

O líquido sobrenadante foi decantado em frasco rotulado "argila fina ($< 0,2 \mu$)". O sedimento no fundo dos tubos foi dispersado novamente com Na_2CO_3 pH 9,5, a altura ajustada para 10 cm e outra centrifugação realizada. Os processos de suspensão, centrifugação e decantação repetiram-se até o término da fração argila e quando o sobrenadante nos tubos de centrífuga apresentasse-se limpo.

A argila grossa (2-0,2 μ) que permaneceu no fundo dos tubos da centrífuga, foi removida, seca e pesada para o cálculo de sua porcentagem. A argila fina foi calculada pela diferença.

A areia livre de argila foi calculada pela fórmula:

$$\text{areia (livre argila) \%} = \frac{\text{areia (\%)}}{100 - \text{argila (\%)}} \times 100 .$$

4.2.2 - Análises químicas

a) Reação do solo (pH)

Amostras de 10 g (da fração < 2 mm) foram transferidas para copo de plástico às quais adicionaram-se 25 ml de água. Após cerca de 20 minutos de contato, a suspensão foi agitada por 5 minutos e deixada descansar novamente por outros 30 minutos. A concentração do íon H^+ nessa solução do solo foi determinada por um potenciômetro (Metrohm, modelo E-500) de eletrodos de vidro (RAIJ e ZULLO, 1977). Procedimento semelhante foi utilizado na determinação do pH em KCl 1 N (VETTORI, 1969).

b) Matéria orgânica

Em copo de 200 ml, foram colocados 1,5 g de amostra (fração < 2 mm), 20 ml de solução de dicromato de sódio 4N e 20 ml de ácido sulfúrico comercial. Após resfriamento por 40 minutos, fo-

ram adicionados 100 ml de água, e agitada a solução. Após decantação por uma noite o líquido sobrenadante foi passado para tubo de colorímetro (Klett-Summerson) e feita a leitura com filtro de transmissão máxima a 650 nm (RAIJ e ZULLO, 1977).

c) Alumínio trocável

O método usado foi o descrito por RAIJ e ZULLO (1977) baseado na extração do alumínio trocável com solução salina não tamporada, sendo o elemento titulado com solução de hidróxido de sódio.

Em erlenmeyer de 125 ml foram colocados 10 g de amostra (da fração < 2 mm) e 100 ml da solução extratora de KCl 1N. Após agitação durante 5 minutos, a suspensão foi deixada decantar durante uma noite. A seguir, foram pipetados 25 ml do extrato sobrenadante, acrescentadas 3 gotas da solução de bromotimol a 1%, titulando-se com NaOH 0,025 N até viragem para cor verde.

d) Cálcio e magnésio trocáveis

Com amostrador de precisão, foi transferido para frasco de 25 ml, 1 ml do extrato de KCl (obtido pelo processo descrito para alumínio trocável), ao qual acrescentaram-se 20 ml de solução de lantânio a 0,1%. As leituras foram feitas em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin Elmer, modelo 303) provido de lâmpadas de cátodo oco para cálcio e magnésio (RAIJ e ZULLO, 1977).

e) Potássio trocável

Foram utilizados 10 g de terra fina (< 2 mm), aos quais adicionaram-se 100 ml de solução extratora de H_2SO_4 0,05 N, em erlenmeyer de 125 ml. Após agitação por 5 minutos, a suspensão foi deixada decantar durante uma noite e a leitura feita em 25 ml pipetados do líquido sobrenadante, através de fotômetro de chama (Corning 400) segundo RAIJ e ZULLO (1977).

f) Ferro, alumínio e manganês

- Extração pelo ditonito-citrato-bicarbonato

Utilizou-se o método de MEHRA e JACKSON (1960), determinando-se além do ferro, o alumínio e o manganês.

Em tubo de centrífuga de 100 ml, foram colocados 4 g de amostra (da fração < 2 mm), 40 ml de citrato de sódio ($Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$) 0,3 M e 5 ml de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) 1 M, seguindo-se aquecimento em banho-maria até 75-80°C. Aproximadamente 1 g de ditonito de sódio ($Na_2S_2O_4$) foi a seguir adicionado, agitando-se constantemente. Após 15 minutos de aquecimento, 10 ml de solução saturada de NaCl foram utilizados para promover a floculação, seguindo-se agitação, novo período de aquecimento e centrifugação em centrífuga Internacional nº 2, cabeça 240, por aproximadamente 5 minutos, a 2.400 rpm. O sobrenadante límpido foi decantado em balão volumétrico de 500 ml. Nesse extrato foram realizadas as determinações em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin Elmer modelo

303).

- Extração pelo oxalato de amônio

Para a obtenção do extrato, no qual foram determinados também o alumínio e o manganês, utilizando-se espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin Elmer modelo 303), seguiu-se o método de McKEAGUE e DAY (1965).

Foram usados 2 g de amostra (de fração < 2 mm) aos quais adicionaram-se 200 ml de oxalato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4]$ 0,2 M. A extração foi realizada por agitação em agitador horizontal, no escuro e por 4 horas. Após esse período, foram adicionadas 5 gotas de Superfloc a 0,4%, seguindo-se centrifugação em centrífuga Internacional nº 2, cabeça 240, a 2.400 rpm, por alguns minutos.

A relação do ferro extraído pelo oxalato (Fe-o) com o ferro livre total (ferro extraído pelo ditonito, Fe-d dentro do perfil, chamada de "ferro ativo" (BLUME e SCHWERTMANN, 1969), foi calculada como:

$$\text{"Fe ativo"} = \frac{\text{Fe-o}}{\text{Fe-d}}$$

A mesma relação foi aplicada para o alumínio.

4.2.3 - Análises mineralógicas

a) Preparo das amostras

Para a dispersão dos colóides minerais do solo fazem-se necessárias as remoções dos sais solúveis, dos cátions divalentes trocáveis e dos agentes cimentantes tais como a matéria orgânica e os óxidos de ferro livres. Os métodos utilizados foram os preconizados por JACKSON (1969).

- Remoção dos sais solúveis e cátions divalentes trocáveis

Em tubos de centrífuga de 100 ml colocaram-se 4 g de terra fina (< 2 mm) aos quais adicionaram-se 40 ml de solução de acetato de sódio (NaOAc) 1N pH 5 e agitou-se. A suspensão foi a seguir aquecida em banho-maria durante 30 minutos, agitando de quando em quando. Em centrífuga Internacional nº 2 a 2400 rpm a suspensão foi então centrifugada (até que o líquido ficasse claro) e o sobrenadante sifonado. Outras duas lavagens foram feitas com o NaOAc 1N pH 5, repetindo-se o aquecimento por 30 minutos em banho-maria, centrifugação e sifonamento.

- Oxidação da matéria orgânica e dissolução do MnO_2

As amostras sem o sobrenadante do tratamento anterior, foram adicionados 5 ml de H_2O_2 a 30%, deixando-se reagir por alguns minutos. Abrandada a reação, foram elas colocadas no banho-maria em temperatura de 65-70°C. Decorridos aproximadamente 15 minutos, outros 5 ml de H_2O_2 foram adicionados, adições estas que fo-

ram feitas até que não houvesse mais matéria orgânica nas amostras, fato indicado pela ausência de borbulhamento ao ocorrer o contato do H_2O_2 com o solo. Depois de evaporação (a quente), até formar-se uma pasta rala, as amostras foram lavadas com solução de NaCl a 2,5%.

- Remoção do ferro livre

Livres dos sais solúveis, cátions divalentes trocáveis, matéria orgânica e óxidos de manganês, as amostras foram submetidas a seguir, à remoção do ferro livre. As amostras oriundas dos tratamentos anteriores, foram adicionados 40 ml de $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$ 0,3 M (agente quelante) e 5 ml de $NaHCO_3$ 1M (tampão), seguindo-se aquecimento em banho-maria até 75-80°C. Aproximadamente 1 g de $Na_2S_2O_4$ foi a seguir adicionado, agitando-se constantemente. Após 15 minutos de aquecimento, 10 ml de solução saturada de NaCl foram utilizados para a floculação dos colóides, seguindo-se agitação, novo período de aquecimento e centrifugação em centrífuga Internacional nº 2, cabeça 240, por alguns minutos, a 2.400 rpm. O sobrenadante foi sifonado e nova lavagem com solução de NaCl foi feita, até que as amostras apresentassem-se claras ou ligeiramente cinzas, o que indica a eliminação do óxido de ferro livre.

b) Complementação da dispersão e separação da fração areia das frações silte e argila

O método empregado é o que aparece em JACKSON (1969). A dispersão foi realizada com solução de $NaHCO_3$, sendo o sobrenadante

te sifonado e o volume completado com água destilada.

A fração areia total (partículas maiores que 50μ) foi separada por tamisagem: o conteúdo do tubo de centrífuga foi vertido em uma proveta de 1000 ml, passando por peneira de 0,05 mm de malha. A fração areia retida na peneira foi lavada com água destilada, seca em estufa a $105-110^{\circ}\text{C}$ e separada em sub-frações grossa (2-0,2 mm) e fina (0,2-0,02 mm) em peneiras de n^{os} 60 (0,25 mm) e 270 (0,053 mm), respectivamente. A sub-fração areia fina foi separada em livre e pesada com o uso de tetrabromoetano (KRUMBEIN e PETTIJOHN, 1938), de peso específico 2,9. Após a separação, o tetrabromoetano aderente à superfície dos grânulos foi removido por lavagem com acetona.

Lâminas permanentes das frações leve e pesada, para fins de identificação mineralógica quali e quantitativa foram montadas com Lakeside 70 (Hugh Courtright and Co, Illinois, E.U.A.) sobre lâminas de microscopia de 46 x 26 mm.

c) Obtenção da fração silte

A suspensão de silte e argila contida na proveta (do item anterior) foi agitada com agitador manual, completado o volume e deixada em repouso.

O tempo suficiente para que as partículas de diâmetro maior que 2μ alcançassem determinada profundidade foi calculado pela lei de Stokes (KILMER e ALEXANDER, 1949), procedendo-se então, à sifonação das partículas com diâmetro inferior a 2μ , ou se-

ja, a fração argila. O volume da proveta foi novamente completado com água destilada, agitado e novo tempo de sedimentação calculado, decorrido o qual nova sifonação foi realizada, transferindo-se para o mesmo recipiente rotulado "fração argila".

Estas operações foram repetidas até que o líquido sobrenadante permanecesse incolor, indicando não haver mais argila em suspensão. A fração argila assim obtida foi floculada com solução de $MgCl_2$ 1N.

A fração silte foi seca em estufa.

Os difratogramas de raios X foram obtidos em uma unidade de difração de raios X e espectrometria Philips Holanda (PW 1130/00, nº DY 893 com goniômetro horizontal PW 1380/01, nº DY 821), sendo a fonte de radiação de um tubo ânodo de cobre com filtro de níquel, e a unidade de força operando com 40 kw e 20 mA, velocidade de registrador de 30"/hora, velocidade do goniômetro de 2°/minuto e detetor com 835 volts.

A irradiação para a fração silte foi dos 2° aos 60° 2θ, utilizando-se para tal, de lâminas especiais, em alumínio.

A identificação dos minerais foi feita através dos espaçamentos basais (BROWN, 1961; CASTRO, 1975; JACKSON, 1969). O conjunto dos picos dos principais minerais encontrados na fração silte é o seguinte:

MINERAL	ESPAÇAMENTOS EM Å								
quartzo	4,26	3,34	2,46	2,28	2,24	2,13	1,98	1,82	1,66
caolinita	7,16	4,46	4,18	3,57	2,33	2,29	1,99	1,94	1,67
mica	9,99	4,98	4,47	3,32	2,56				
feldspatos	3,79	3,33	3,22	4,24	3,46	3,00	3,26		

d) Preparo das amostras de argila para difração dos raios X

Seguiram-se, neste preparo, as técnicas convencionais e prescritas por JACKSON (1969).

Uma alíquota (de 10 ml) da fração argila em suspensão (mais ou menos 50 mg) foi transferida para tubo de centrífuga de 15 ml, iniciando-se a saturação com Mg^{2+} com solução de $MgCl_2$ N. Agitou-se, centrifugou-se por 5 minutos a 1500 rpm, e eliminou-se o sobrenadante. Estas saturações foram realizadas por 3 vezes, procedendo-se a seguir, a eliminação do excesso de cloreto, empregando-se a seguinte sequência de lavagem: metanol a 50%, metanol a 95% e acetona a 95%. A ausência ou presença de cloretos foi verificada com solução de $AgNO_3$ a 1%. Em caso positivo, a amostra foi lavada novamente com acetona a 95%.

A amostra assim saturada foi colocada com uma pipeta, sobre lâminas de vidro de 3x4 cm, que receberam os seguintes tratamentos: (1) secagem à temperatura ambiente, a aproximadamente 25°C;

(II) glicolação - com solução de etileno-glicol a 10% - e secagem também à temperatura ambiente. A mesma lâmina do tratamento (I) foi submetida, após irradiação, aos aquecimentos de 350°C e 550°C, ambos por 2 horas.

Os difratogramas de raios X foram obtidos no mesmo aparelho que os de silte, sendo a irradiação dos 2° aos 30° 2θ. A interpretação dos minerais presentes na fração argila baseou-se no comportamento dos espaçamentos basais com os tratamentos realizados.

A caolinita foi identificada por seus picos de difração a 7,14-7,20 Å e 3,49-3,53 Å, os quais desapareceram pelo aquecimento a 550°C; a gibbsita, por seus picos a 4,85 Å e 4,37 Å, que desapareceram a 350°C; a mica, por seus picos de difração ao redor de 10 Å, por não sofrer expansão com a solvatação com etileno-glicol e também por continuar presente na amostra após o aquecimento a 550°C; a vermiculita, por seus picos próximos dos 14,4 Å (tanto quando saturada com magnésio ou solvatada com o etileno-glicol) e que se deslocam para 10 Å com o aquecimento a 350°C; as espécies interestratificadas foram identificadas pelos picos de difração na região dos 12,5-14,2 Å nas amostras saturadas com magnésio e secas ao ar, que permaneceram também com o aquecimento a 350°C.

4.2.4 - Análise micromorfológica

Para a análise micromorfológica foram coletadas amostras indeformadas de cada horizonte, sendo que aqueles com mais de

30 cm de espessura foram subdivididos, e cada uma destas, amostradas separadamente.

No laboratório as amostras foram modeladas como cilindros de aproximadamente 4 cm de altura por 3 cm de diâmetro, sendo deixadas secar ao ar. Antes de se realizar a impregnação, foi realizada secagem em estufa a 60-80°C para prevenir a permanência de alguma umidade ainda restante.

Para a impregnação usou-se o método proposto por MENDES *et alii* (1973) e o meio impregnante citado por DECHEN e MENDES (1975): uma mistura em partes iguais, de resina poliéster (Polylite 8001, produzida pela Resana S/A, Indústrias Químicas, S.P.) e solvente peróxido de metil-etil-cetona (peróxido de MEK), e colocada em funil adaptado a um dessecador. Estando as amostras no dessecador, foi feito o vácuo equivalente à pressão de 27 polegadas de mercúrio, por alguns minutos. A seguir, a solução foi adicionada vagarosamente às amostras, até cobri-las. Como o nível da resina abaixa (visto penetrar nos vazios da amostra) antes de serem retiradas do dessecador, nova adição de solução impregnante foi realizada.

Retiradas do dessecador as amostras (cobertas), eram deixadas em repouso até a polimerização total da resina, que se dava de 7 a 10 dias. Para finalizar e apressar o processo, aquecimento a 105-110°C foi feito pelo tempo necessário.

A obtenção das seções delgadas, pelos métodos usuais de petrologia, foi iniciada com a obtenção de uma seção (com mais ou

menos 3 cm de espessura) da amostra impregnada em serra com disco de diamante. Após o corte, um dos lados dessa seção foi polido manualmente sobre placa de vidro com Carborundum de números 600, 1800 e 1200 sucessivamente, umedecido com querosene, e colada sobre lâmina de vidro para microscopia (26x46 mm). Para essa colagem usaram-se, tanto o Lakeside 70, como o Cascopox super-rápido. A seguir, a amostra foi desgastada com Carborundum, iniciando-se com o de número 80, passando-se sucessivamente para os mais finos, 120 e 600, até que a lâmina atingiu a espessura de mais ou menos 0,05 mm. A partir desse ponto, os desgastes e polimentos foram realizados com abrasivo de números 1000 e 1200, até à espessura de 0,03 mm, quando então foi limpa com querosene e seca.

As lâminas foram examinadas com microscópio petrográfico (Carls Zeiss, modelo Standard RP 48) e descritas segundo a terminologia de BREWER (1976).

A avaliação da distribuição das características pedológicas foi realizada com uma ocular de integração adaptada ao microscópio petrográfico, segundo recomendações de ESWARAN (1968).

As fotomicrografias foram obtidas com câmara fotográfica (Asahi Pentax SP II) acoplada com um adaptador (Ricoh) ao microscópio petrográfico.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 - Localização dos Municípios e dos Perfis de Solos

Os municípios de Charqueada e Rio Claro, e Monte Alto, onde foram coletadas as amostras para o presente estudo, estão situados nas partes centro-leste e norte do Estado de São Paulo, respectivamente. As coordenadas geográficas da sede desses municípios são: $23^{\circ}34'$ de latitude sul e $47^{\circ}04'$ de longitude W.Gr. para Charqueada, $22^{\circ}25'$ de latitude sul e $47^{\circ}33'$ de longitude W.Gr. para Rio Claro, e, $21^{\circ}10'$ de latitude sul e $48^{\circ}33'$ de longitude W.Gr. para Monte Alto.

A figura 1 mostra a posição dos municípios no mapa geológico esquemático do Estado de São Paulo, extraído do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960).

LEGENDA:

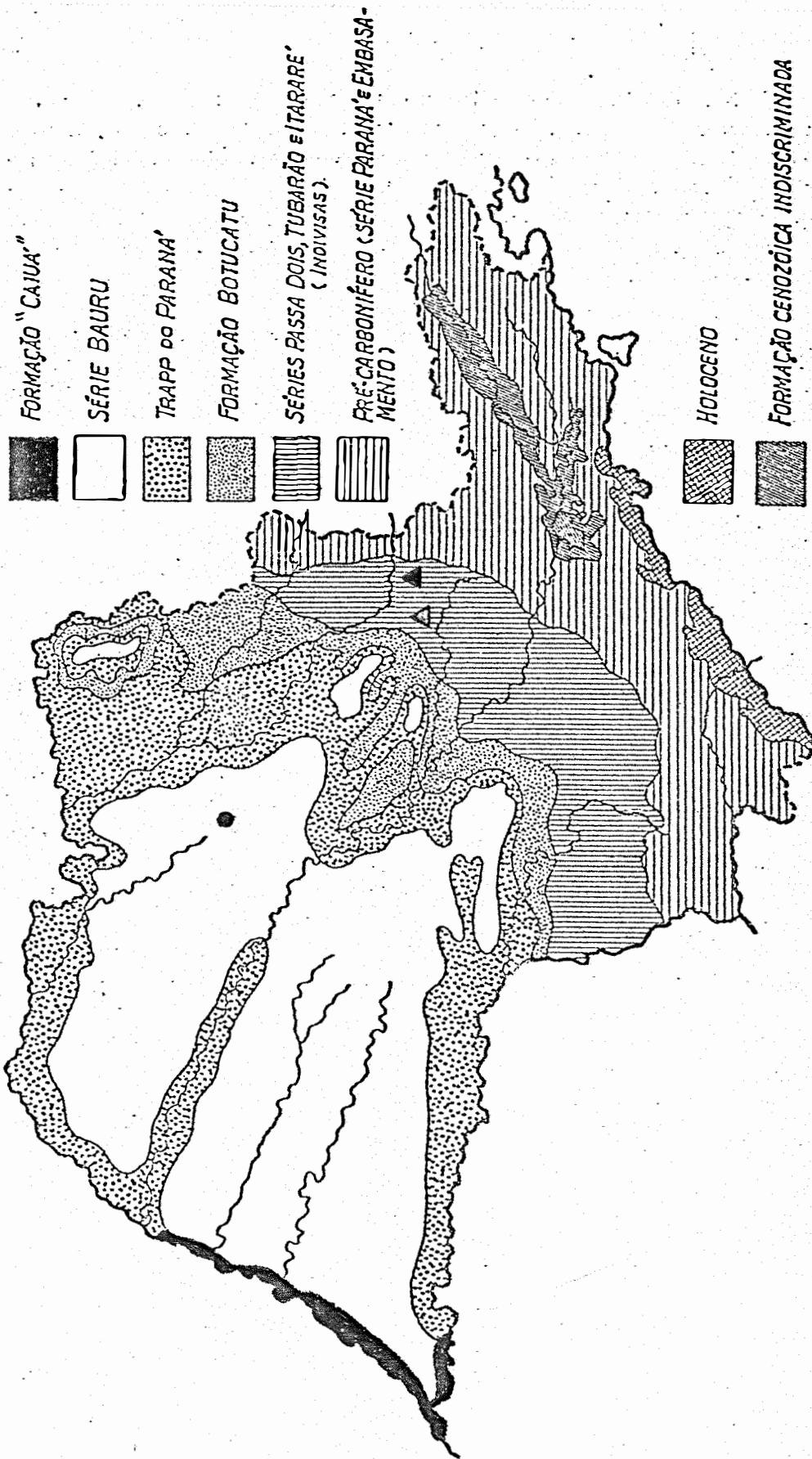


Fig. 1 - Localização dos Municípios de Monte Alto (●), Charqueada (▲) e Rio Claro (▲) no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960).

As figuras 2 e 3 mostram a localização dos perfis P1 e P2, e, P7, coletados no município de Monte Alto. A figura 4, a localização dos perfis P3 e P5 (município de Rio Claro) e a 5, a dos perfis P4 e P6 (município de Charqueada).

5.2 - Clima

O clima das áreas em que foram coletados os perfis é caracterizado como mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C ; o total das chuvas no mês mais seco não vai além de 30 mm e o índice pluviométrico deste tipo climático varia de 1100 a 1400 mm, segundo o sistema Koeppen conforme relatado pelo Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960).

Segundo OLIVEIRA *et alii* (1975), a área de coleta dos perfis possui um regime de umidade údico (menos de 90 dias consecutivos de deficiência hídrica) e regime hipertérmico de temperatura, em que a temperatura média anual do solo a 50 cm de profundidade é maior que 22°C e a amplitude térmica, entre o verão e o inverno, da temperatura do solo a 50 cm de profundidade, é maior que 5°C .

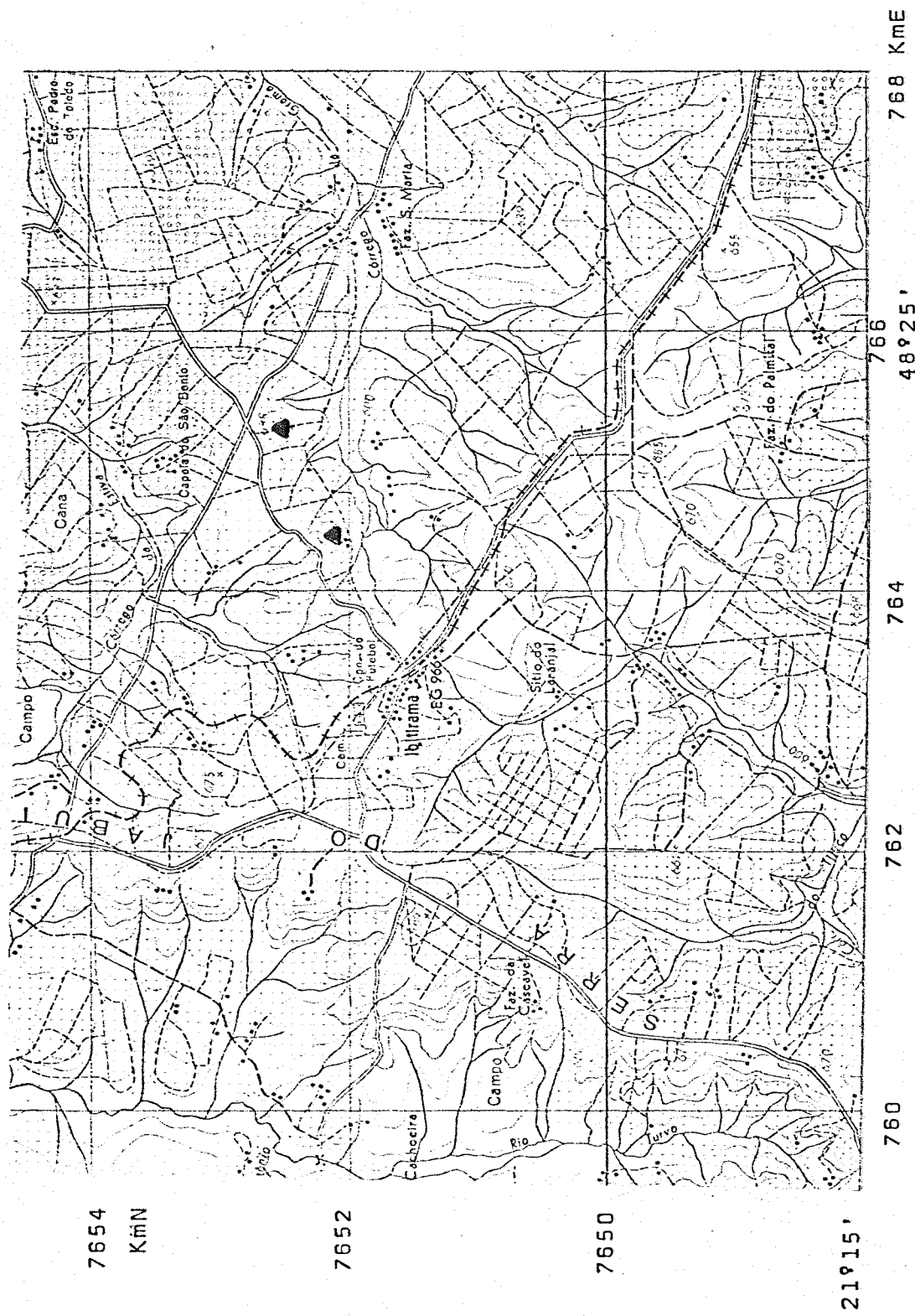


Fig. 2 - Localização dos perfis P₁ e P₂ (Pm1) na Folha Topográfica de Taiúva, SP (BRASIL, 1971). Escala 1:50.000.

21°15'

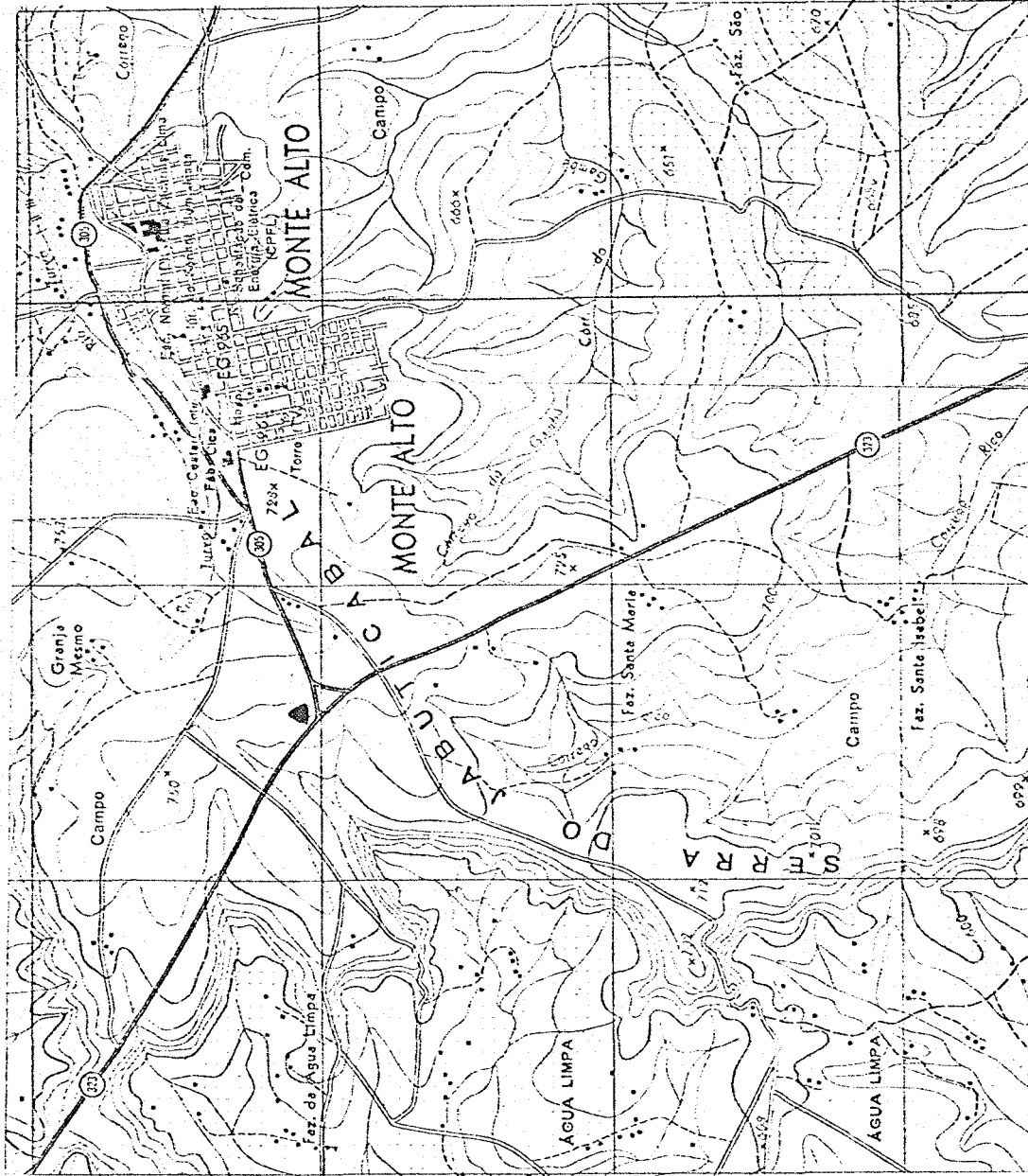
7646

KmN

7646

7644

7642



754

756

758

48°30'760

762 KME

Fig. 3 - Localização do perfil P₇ (Cambissolo) na Folha Topográfica de Taquaritinga, SP (BRASIL, 1972). Escala, 1: 50 000.

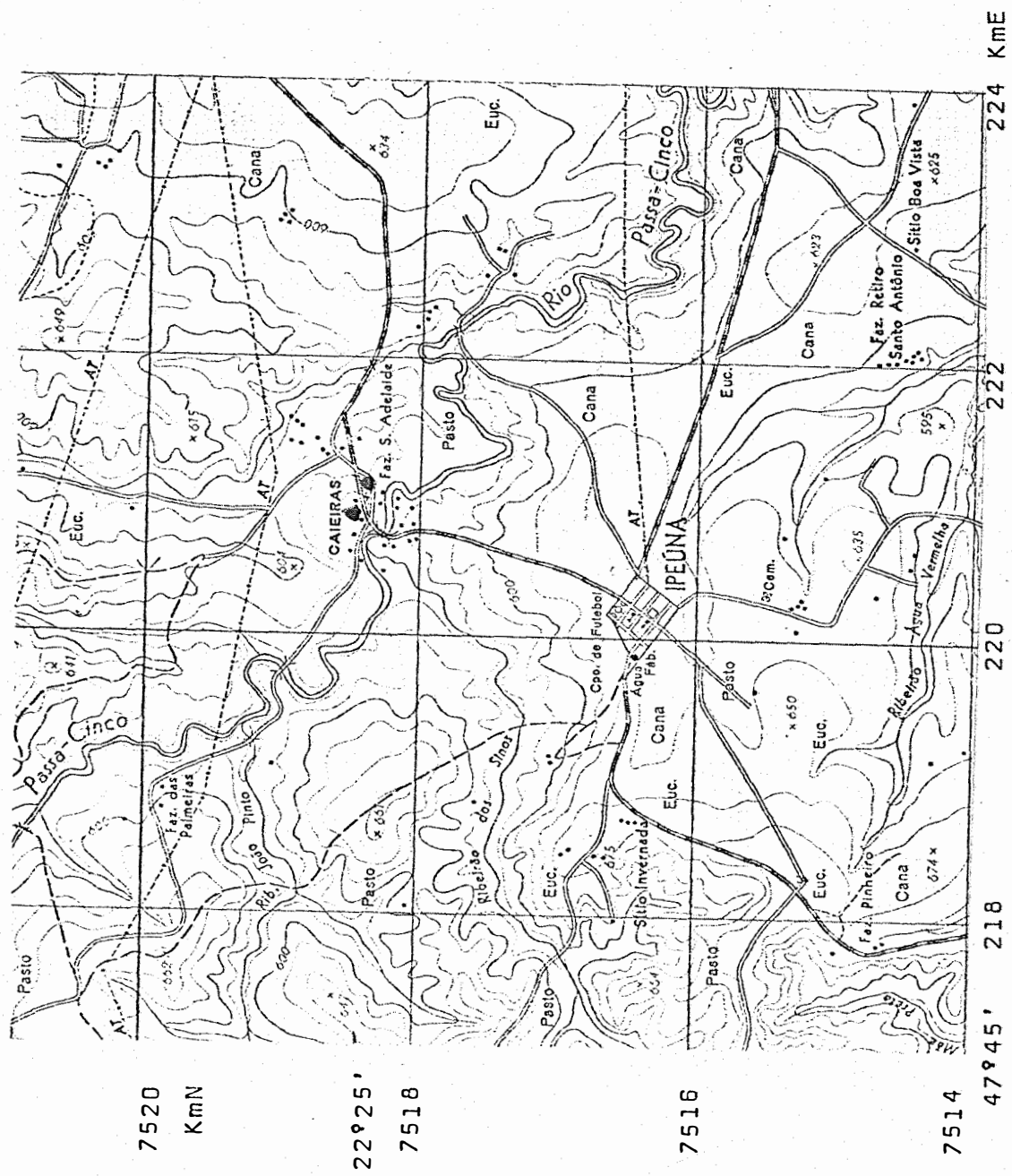


Fig. 4 - Localização dos perfis P₃ (PVP) e P₅ (Cambissolo) na Folha Topográfica de Rio Claro, SP (BRASIL, 1969). Escala 1: 50 000.

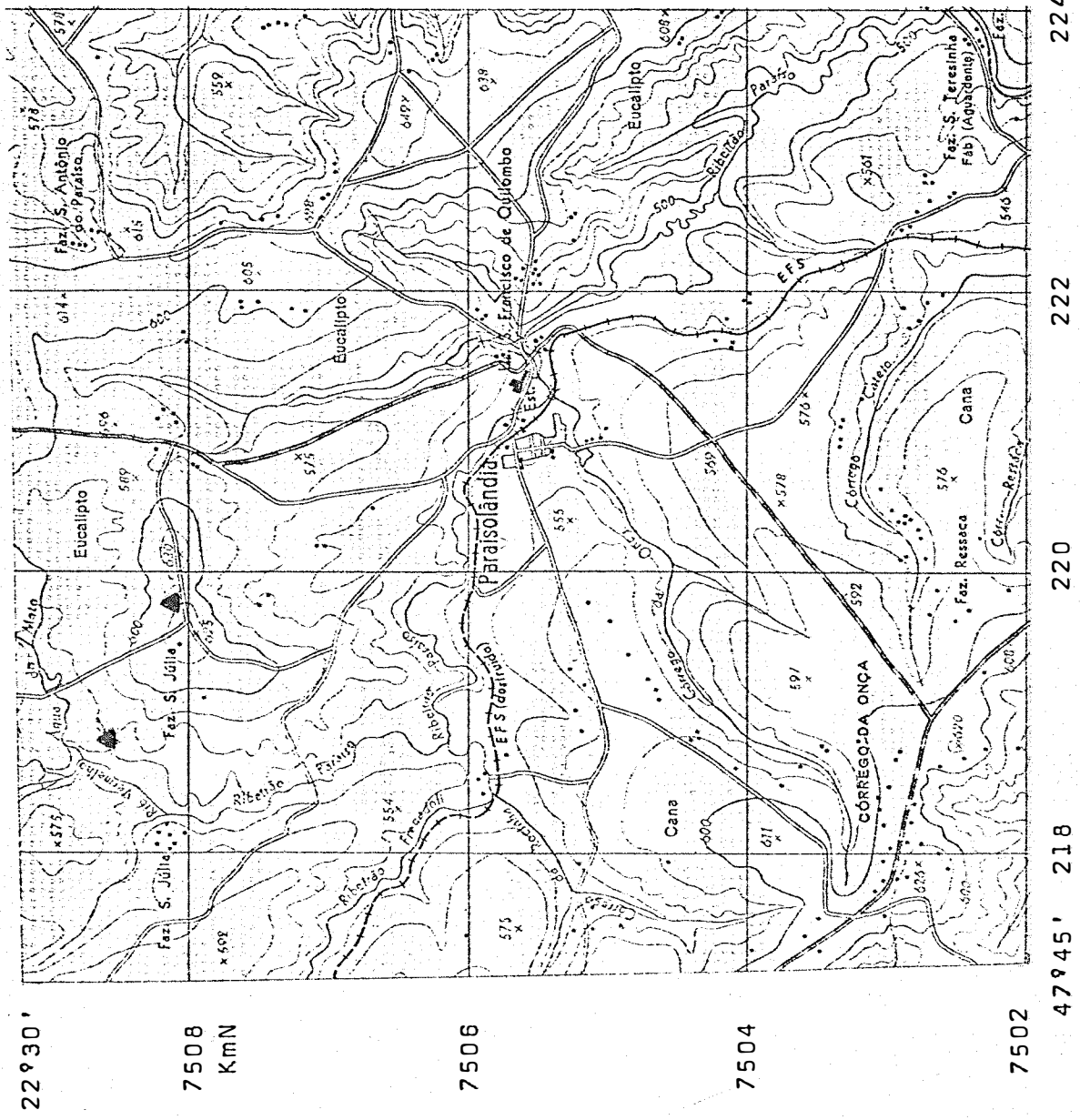


Fig. 5 - Localização dos perfis P₄ (PVP) e P₆ (Cambissolo) na Folha Topográfica de Piracicaba, SP (BRASIL, 1969). Escala 1 : 50 000.

5.3 - Vegetação

Segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960), a vegetação natural predominantemente encontrada sobre os solos da variação Marília é a floresta latifoliada tropical, e sobre os da variação Piracicaba ergueu-se, provavelmente, floresta tropical semidecídua, observando-se atualmente, somente vestígios da mesma.

Observou-se nos locais de coleta dos perfis da variação Marília, que toda a área estava destinada à agricultura, ou com culturas (P1 e P2) ou com pastagens (P7), o mesmo ocorrendo com os perfis da variação Piracicaba.

LEPSCH *et alii* (1977) citam, para a região de ocorrência dos solos da variação Marília, a presença também de cerrados, e que grande parte da área originariamente florestada é hoje ocupada por culturas como café, arroz de sequeiro, milho, citrus, soja, mandioca e amendoim, e que os cerrados são ocupados por pastos.

5.4 - Relevo

Segundo MEZZALIRA (1974), o relevo das áreas da Formação Bauru, que atinge 104.000 km² é, de modo geral, extremamente suave, levemente ondulado, exceto nas proximidades das "Cuestas basálticas", sendo por isso, muito favorável às atividades agro-pastoris e abertura de vias de comunicação. As altitudes variam desde 250

m, nas proximidades do rio Paraná, até cerca de 800 m nas vizinhanças de Avaré, São Carlos, etc., atingindo a 1000 m nas vizinhanças de Pedregulho, sendo as mais comuns as que oscilam entre 400 e 600 m. Com exceção das áreas de Marília, Echaporã, Garça, Monte Alto, etc., onde o relevo se torna mais escarpado, com desníveis de cerca de 100 m devido à presença do cimento carbonático, que tornou os sedimentos mais resistentes  erosão, as demais caracterizam-se por um relevo mais suave, constituído por pequenas colinas, de flancos pouco inclinados e desníveis não superiores a 50 m.

Segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960), os solos desta unidade de mapeamento ocupam geralmente os topos das "arestas" ou espigões. De modo geral a paisagem é caracterizada pela presença de "cuestas" conctricas com uma altitude de 900 metros na periferia até 300 metros no Rio Paraná, cortadas por rios conseqüentes que drenam para o rio Paraná. Os solos da variação Marília normalmente ocupam o reverso das "cuestas" com relevo ondulado a forte ondulado, apresentando elevação de topo ligeiramente plano, com vertentes convexas, formando vales em mangedoura. A altitude relativa das elevações  de 50-100 metros. Em altitudes mais baixas, isto é, na metade da distância que vai da periferia das "cuestas" até o rio Paraná, estes solos apresentam relevo ondulado suave com elevação de topo ligeiramente arredondado com vertentes convexas e vales em V abertos. A altitude relativa destas elevações  de 30 a 50 metros.

Segundo SANCHEZ (1971) as áreas de coleta dos perfis da variação Piracicaba, encontram-se na porção centro-oriental do Estado de São Paulo, na unidade morfológica conhecida como Depressão Periférica Paulista. Esta unidade apresenta como traços dominantes do relevo, as formas colinosas, cujos topos tabulares oscilam entre 500 a 600 m de altitude. Estão presentes os típicos "almofadões" resultantes do trabalho erosivo dos rios e das águas pluviais, nos terrenos predominantemente arenosos. Todo o trecho da Depressão Periférica Paulista, no trecho estudado, é drenado pelos rios tributários do Piracicaba.

Segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960), os solos desta unidade de mapeamento ocorrem na Depressão Paleozóica, ocupando relevo que varia de ondulado a forte ondulado, constituído por colinas de topo plano, apresentando, normalmente, vertentes côncavas e vales de fundo chato. Ocasionalmente ocorrem vertentes convexas e vales dessimétricos. A altitude das áreas varia de 500 a 740 metros, estando uma grande parte situada entre 600 e 720 metros.

5.5 - Geologia e Geomorfologia

De acordo com o mapa geológico do Estado de São Paulo (BRASIL, 1974), a área da variação Marília está localizada em afloramento da Formação Bauru, do Cretáceo Superior.

Segundo CARVALHO (1976), a formação Bauru pode ser definida como uma sequência de camadas sedimentares essencialmente

detríticas e representadas predominantemente por arenitos e subordinadamente por conglomerados, siltitos e argilitos. Verticalmente a formação se caracteriza por uma superposição desses termos clásticos, não existindo uma ordem definida e rígida na disposição desses termos de textura, que variam em espessura, podendo inclusive faltar um ou mais deles. O arenito apresenta em geral cimento calcário, com teores mais ou menos apreciáveis de carbonato de cálcio que pode atingir até 40% da rocha.

FREITAS (1964) também relatou que a Formação Bauru é um arenito frequentemente cimentado com carbonato que pode variar tanto lateral como verticalmente, para siltitos, argilitos e conglomerados.

PENTEADO e RANZANI (1973), analisando o estabelecimento entre o relevo e a idade dos solos, apresentado no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo, apontam que este concluiu que os solos mais antigos se situam nos velhos pediplanos ou peneplanos, lugares que por longo tempo não sofreram erosão nem sedimentação, e que os mais jovens encontram-se nos patamares e terraços dos vales. Concluem os autores que, o levantamento por eles realizado, mostrou que nos topos mais elevados (Pediplano de Marília) foram observados os perfis podzolizados autóctones, e que, nos pontos mais baixos adjacentes, perfis podzolizados em material remanejado. Portanto, concluem eles, os solos considerados como mais velhos no Levantamento de Reconheci

mento dos Solos do Estado de São Paulo, se situam nos níveis erosivos mais baixos e os mais recentes nas velhas superfícies de cimeira.

Ainda PENTEADO e RANZANI (1973) relatam que, nos pontos mais elevados do planalto Ocidental Paulista, foram identificados os solos podzolizados variação Marília, solos pouco maduros em uma superfície senil, portanto. Abaixo desta superfície os depósitos arenosos e argilosos mais friáveis foram escavados pela drenagem que entalhou profundamente os vales. As vertentes destes vales são marcadas por patamares e terraços, correspondentes às retomadas erosivas terciário-quadernárias. Nesta área, segundo os autores, os níveis não são apenas esculturais, pois é marcante a influência das bancadas de arenito calcífero. Desta forma, o front da escarpa apresenta um desdobramento de patamares de cornijas dispostos entre 560 e 580 metros. Os autores denominaram de Nível II a este nível intermediário entre a superfície de cimeira (Nível I) e o de divisores baixos e aplainados da drenagem afluente dos rios Peixe e Tibiriçã.

Assim como PENTEADO e RANZANI (1973), CARVALHO (1976) também reconheceu 4 superfícies ocorrendo em níveis topográficos distintos, sendo 2 na área do platô (N-I e N-II), uma na área rebaixada (N-III) e a última nas margens do rio do Peixe e afluentes. O autor acrescenta que a segunda (N-II) situa-se nas bordas, circunscrivendo a primeira e com altitudes variando de 620 a 640 m, e que a passagem entre elas se faz por meio de longas rampas facilmente iden

tificáveis. Termina dizendo que a segunda superfície articula-se com a primeira através, ou de colinas que se prolongam em rampas até alcançar a quebra do gradiente, ou através de um degrau.

CARVALHO (1976) relata que, na faixa de articulação da superfície N-II com a escarpa foi observada ainda, em vários locais, a ocorrência de uma camada de seixos de espessura de 50 a 100 cm, constituída essencialmente de quartzo e quartzito, e recoberta por material arenoso. Na maioria dos locais observados, a alteração era bastante pronunciada, dificultando sobremaneira a identificação do material sobre o qual se assentava a camada de seixos. Contudo, foi possível observar nesse material subjacente, evidências que permitiram classificá-lo como o próprio arenito Bauru alterado *in situ*. Essas evidências constituíram-se principalmente na presença de alinhamentos de seixos subhorizontais e subparalelos, aspecto marchatado devido à decomposição de antigos seixos de material pouco resistente e presença de níveis argilosos na massa alterada. Essas informações levaram o autor a supor que a referida camada de seixos assenta-se diretamente sobre o arenito Bauru alterado. O fato, diz ele, poderia levar a interpretá-la como resultante da alteração *in situ* de um nível conglomerático na formação Bauru, bastante comum na área. Em face de outras observações feitas, o autor considerou como verdadeira cascalheira, testemunho de fases erosivas, constituindo-se pois, em indício seguro de descontinuidade. Admitiu então que o

material que recobre a superfície N-II é um depósito superficial remanejado.

Esse mesmo autor comentou que Lepsch, em 1975, interpretou essa cascalheira como contínua em toda a extensão do platô (na área de Exaporã) e conseqüentemente, que todo o material arenoso de cobertura seria um depósito único, mas que ele (CARVALHO, 1976), estudando um furo de sondagem na cidade de Marília não revelou a presença dessa cascalheira, apesar de ter alcançado a profundidade de 120 m, e que a presença do arenito Bauru na passagem do nível I para o II contraria a hipótese de continuidade da cascalheira. Desse modo, concluiu ele, parece provável que a referida cascalheira esteja relacionada somente com a elaboração do nível II, e portanto os materiais que recobrem os dois níveis, apesar das semelhanças, seriam ao menos, cronologicamente diferentes.

PENTEADO e RANZANI (1973), relatando os aspectos geomorfológicos e os solos do município de Jabuticabal, observaram, nos festões obsequentes e subsequentes da aresta de Monte Alto, partindo-se do topo do planalto até aos vales que entalham a base da escarpa, a seguinte ordem: superfície de cimeira (N-I), pequenos patamares abaixo da cimeira (N-II), níveis intermediários de pedimentação, baixos terraços, e várzeas. Os patamares abaixo da cimeira, ou altos patamares pedimentados encontram-se embutidos no planalto de Monte Alto, correspondendo à superfície Neogênica II (Pleistoceno inferior), ou Pd1 ou P3. No município de Jabuticabal estão loca-

lizados na parte centro-ocidental (rebordo da "aresta" de Monte Alto) e correspondem às cotas de 650-670 metros. Desse nível restaram apenas elementos residuais devido à intensa atividade tectônico-erosiva que afetou a área do Terciário e Quaternário. Essa superfície do aplainamento está esculpida em arenito Bauru friável e é marcada por cascalheiras de seixos de quartzo, quartzitos e concreções angulosas de limonita, correspondendo também a processos degradacionais em clima semi-árido.

Descrevendo os solos que aparecem nesta superfície Neogênica II, que corresponde ao Pleistoceno inferior, esses autores relatam-nos como solos mal desenvolvidos nos quais os horizontes pedogênicos são de difícil estabelecimento. Isto, dizem eles, porque a superfície está revestida de colúvios retrabalhados de cor avermelhada, compondo rampas acentuadas (declividade de 35%) onde se apresentam solos mais rasos com B lamelar.

Com base nas observações de campo, situaram-se os perfis da variação Marília, bem como o Cambissolo, no perfil do Front de Cuestas de Monte Alto, elaborado por PENTEADO e RANZANI (1971) (Fig. 6).

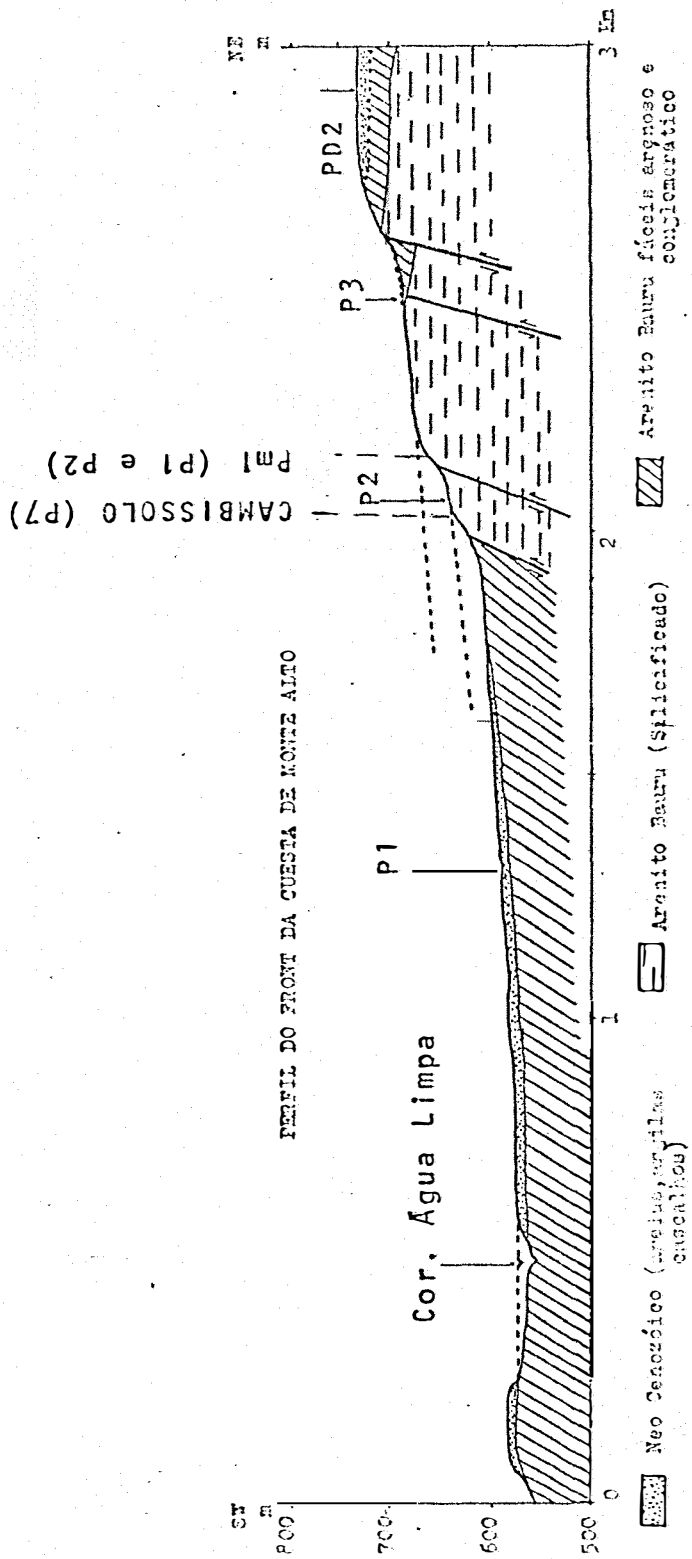


Fig. 6. Localização dos perfis de variação Marília (Pm1) e Cambissolo, na paisagem.

Segundo ALMEIDA e BARBOSA (1953), a parte inferior da Formação Estrada Nova (sobre a qual acham-se os perfis da variação Piracicaba), é uma sucessão uniforme, com espessura variável entre 10 e 40 metros, de folhelhos e siltitos de cor cinza, com tons escuros ou arroxeados. São algo micáceos, maciços ou com laminação pouco definida, sendo geralmente indistintas estruturas sedimentares. Raramente possui nódulos de sílex ou se apresenta impregnada de substâncias betuminosas ou carbonato de cálcio. O restante da coluna Estrada Nova mostra-se como um conjunto de sedimentos bem diversificados, sucessão de camadas e lentes argilosas, arenosas e calcárias, com certo predomínio de folhelhos nos horizontes mais baixos, e de arenitos e siltitos nos mais elevados. São frequentes em várias alturas, estratos e nódulos de sílex de cor castanha ou esbranquiçada, veios delgados de quartzo fibroso e calcita, e lâminas centimétricas de gipsita. Grande número desses sedimentos apresenta forte reação calcária, porém camadas de calcário são raras e delgadas.

Segundo PENTEADO (1968), na Área da Depressão Periférica foram distinguidas três paisagens, correspondentes a três sub-regiões naturais distintas; zona do Mogi-Guaçu, Zona do Médio Tietê e Zona do Paranapanema. Na zona chamada de Médio Tietê por Fernando Flávio Marques de Almeida (1964), diz a autora, localiza-se a área de Rio Claro, individualizada como um pequeno setor na porção centro-oriental da Depressão Periférica Paulista, com características bastante típicas, capazes de identificá-la como compartimento in

terplanáltico dentro da própria Depressão. Colinas tabuliformes de vertentes suavemente convexas e patamares de fraca inclinação dispostos entre 550 e 650 m, constituem o quadro principal do relevo da área, dando ao conjunto o mesmo aspecto de monotonia de horizonte, caracterizador de toda a Depressão Periférica. Dentro dessa suavidade de conjunto, destaca-se, de maneira dominante, o nível 600-630 metros representado pelos interflúvios tabuliformes capeados por sedimentos arenosos, dos rios Corumbataí-Cabeça, Cabeça-Passa Cinco, Corumbataí-Ribeirão Claro e dos pequenos afluentes desses rios. Sob a influência de um complexo de fatores de ordem litológica, estrutural, tectônica e climática, essa rede de drenagem, já estabelecida a partir do Terciário, participou de toda a história da escavação e pediplanação desse compartimento interplanáltico da grande província geomórfica. Essa superfície, partindo de 630-650 m, nas adjacências do fronte das "cuestas" e morros divisores de leste, corta indiferentemente, sedimentos da Formação Botucatu e do grupo Passa Dois, e se completa como superfície de agradacão nos depósitos arenosos modernos. Tem significado também na paisagem, o nível atual das várzeas. Tal plano contrasta com as vertentes suavemente convexas ou quase retilíneas. As várzeas são pouco desenvolvidas e descontínuas ao longo dos vales principais, exceto no Corumbataí, e muito pouco evidentes em seus pequenos afluentes. Os perfis geomorfológicos e o perfil esquemático das superfícies de erosão, diz a autora, permitem observar que a descida da borda do Planalto Ocidental para a Bacia de Rio Claro se faz através de níti

dos degraus estruturais e erosivos, dando a esse compartimento deprimido, a forma característica de anfiteatro.

Com base nas observações de campo, situaram-se os perfis de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba no perfil geomorfológico do vale do rio Corumbataí, elaborado por PENTEADO (1969) (Figura 7).

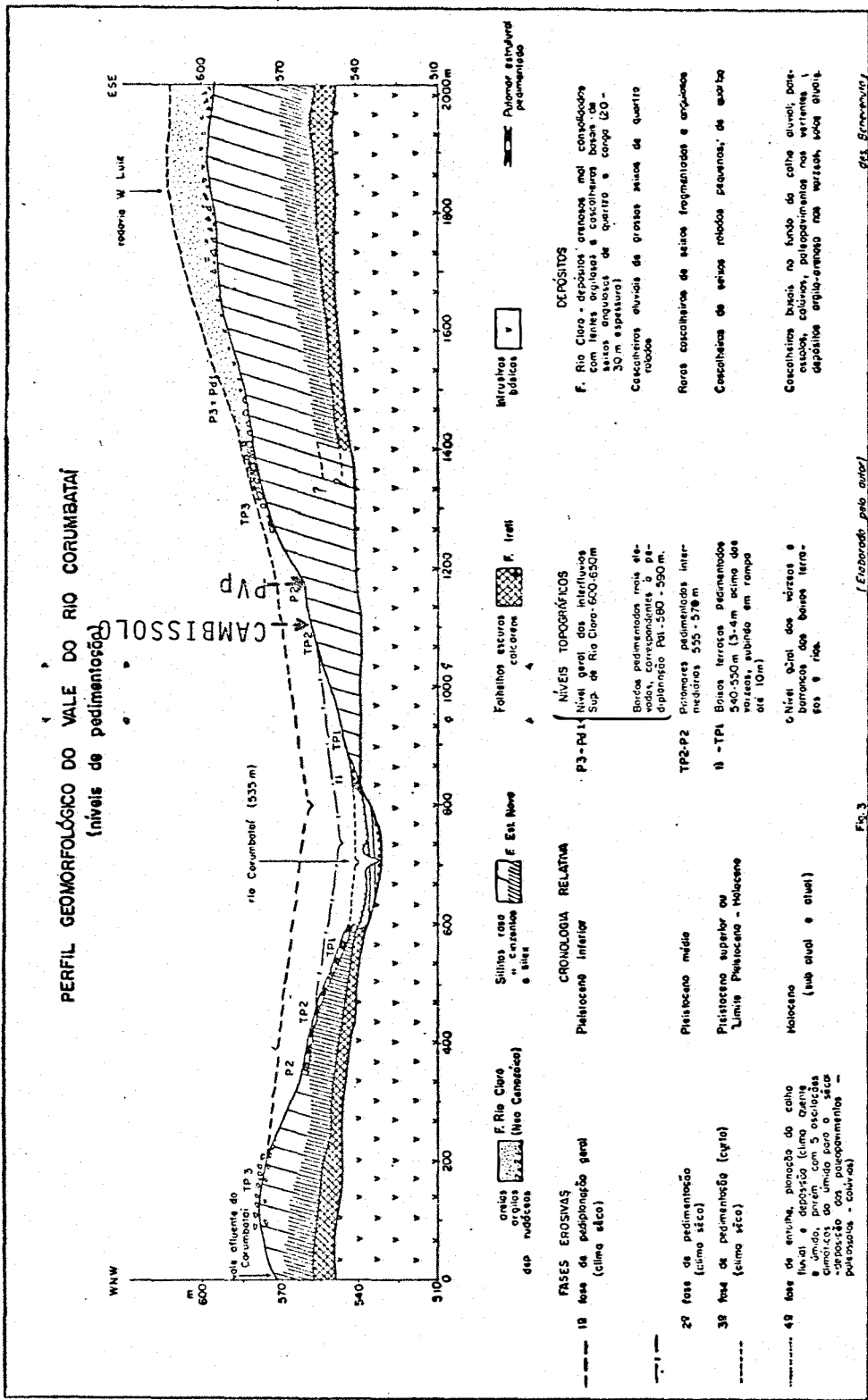


Fig. 7. Localização dos perfis da variação Piracicaba, na paisagem (de PENTEADO, 1969).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - Morfologia

As descrições morfológicas dos perfis estudados estão apresentadas no Apêndice 1.

O perfil P1 tem uma variação de cor de bruno avermelhado escuro (5YR 3/3) até cinzento avermelhado (5YR 2/2) no horizonte A, estando os baixos valores de croma associados à presença de matéria orgânica. Já no horizonte B ela é bruno avermelhado escuro só no B11 (5YR 3/4, úmido), permanecendo no vermelho amarelado (5YR 4/6) em todas as outras subdivisões do B, inclusive nas amostragens da rocha subjacente, fato que evidencia a influência dos óxidos de ferro presentes na rocha, na cor do solo.

As classes texturais deste perfil são a areia franca no horizonte A e nos horizontes B permanecem como franco argilo arenoso, sendo que a presença de cerosidade nesses horizontes pode ser, em parte, responsabilizada por tal fato. Abaixo dos horizontes B a classe textural baixa para franco arenoso, podendo-se confirmar que houve realmente eluviação do A para o B, visto que a rocha, apresentando textura franco arenoso, não teria condições de fornecer argila ao horizonte A durante a formação do solo.

Quanto à estrutura, apresentou-se bastante homogênea em todos os horizontes, composta de prismas e blocos bem pequenos, sendo moderado o seu grau de desenvolvimento somente nos horizontes B12 e B21t, e fraco em todos os outros. A pequena quantidade de argila no horizonte A pode ser responsabilizada pelo fraco grau de desenvolvimento da estrutura nesse horizonte, o qual tornou-se moderado em conteúdos maiores de argila.

A consistência do horizonte A revelou-o como macio e friável, sofrendo um pequeno acréscimo nos horizontes B11 e B12 para ligeiramente duro, fato este que poderia ser explicado pelas operações de preparo do solo, pois que os horizontes B2 com maior quantidade de argila, apresentaram-se novamente com grau macio.

Com referência à presença de cerosidade, verificou-se que esta não foi muito evidente neste perfil, sendo apenas comum no horizonte B22t e pouco no B21t. Em assim sendo, percebe-se que, mesmo havendo a presença de um horizonte B textural, como o in

dica também o Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960), a presença da cerosidade não foi muito evidente em virtude do caráter arenoso deste solo.

O conjunto das características morfológicas do horizonte A permite enquadrá-lo como um epipedon ócrico, e as do B como um horizonte argílico, segundo o Soil Taxonomy (E.U.A., 1975).

O perfil P2 apresentou coloração variando do cinzento avermelhado (5YR 5/2) no horizonte Ap até bruno avermelhado (5YR 5/3) no A2, passando pelo bruno avermelhado escuro (5YR 3/4) no A3. Já nos subhorizontes B, somente o B1 apresentou coloração bruno avermelhado (5YR 5/4) quando seco, pois todos os outros subhorizontes o foram vermelho amarelado (5YR 4/6) quando secos e bruno avermelhado escuro (5YR 3/4) quando úmidos. Não foram retiradas amostras da rocha neste perfil, mas, em virtude da semelhança de cores do P1 e do P2, pode-se supor que também neste último os óxidos de ferro são os responsáveis pela mesma.

A textura manteve-se como areia, areia franca e franco arenoso nos horizontes Ap, A2, e, A3 e B1, passando então para franco argilo arenoso nos outros horizontes. A variação textural deste perfil pode ser encarada como um processo de eluviação-iluviação, visto que espessos filmes de argila foram observados no B21t e B22t, além da presença de um A2 (dos 18 aos 38 cm).

Já a estrutura manteve-se, assim como no perfil P1, composta de prismas e blocos, sendo fraco o grau de desenvolvimento nos subhorizontes Ap e A2 e a partir deles, moderado; o aumento gradativo no teor de argila, começando já dentro dos subhorizontes A, pode ser responsabilizado por tal fato, e dentro do A3, também pela presença de uma maior quantidade de silte, como revelada pela análise granulométrica.

A consistência do solo seco apresentou-se com grau macio nos subhorizontes Ap e A2, passando a ligeiramente duro no A3 e duro nos B1, B21t e B22t, voltando a ligeiramente duro no B3, estando o mesmo relacionado com o aumento da quantidade de argila com a profundidade.

Já a cerosidade foi muito mais evidente neste perfil do que no P1, visto ter-se apresentado em grande quantidade nos subhorizontes B21t e B22t, fato também comprovado pela análise micro-morfológica. Esta diferença na quantidade de cerosidade entre os perfis P1 e P2 pode ser devida a uma espessura muito maior do horizonte A no P2 (50 cm) que no P1 (18 cm).

Também neste P2, o horizonte A pode ser considerado como um epipedon ócrico devido às suas colorações claras, enquanto que o B como um argílico, pelo gradiente textural e cerosidade abundante (Soil Taxonomy, E.U.A., 1975). Outro fato que se verifica neste P2, semelhante ao P1, é sua homogeneidade em todo o corpo do perfil, com relação à estrutura.

No Cambissolo P7, referente à variação Marília, verificou-se nos horizontes Ap e A2, variação de cor que ocorreu do bruno escuro (10YR 4/3) quando o solo estava úmido, até bruno claro acinzentado (10YR 6/3) com o solo seco no horizonte Ap, e cinzento rosado (10YR 6/2) no A2. O horizonte B1 apresentou coloração bruno avermelhado (5YR 4/4), e o (B2) vermelho amarelado (5YR 5/8), colorações estas que também apareceram nas amostras da rocha. Percebe-se pois neste perfil, uma influência muito maior da cor do material de origem, do que nos perfis mais desenvolvidos, fato este que pode ser constatado também pela maior quantidade de ferro deste solo quando comparado com as dos demais perfis (Tabela 7).

A textura deste perfil apresentou-se como areia franca no horizonte A, passando a franco argilo arenoso no B1 a argila arenosa no (B2), sendo franco arenoso nas amostras da rocha subjacente, o que leva à suposição de iluviação no (B) incipiente, posto a menor quantidade de argila do material de origem.

A estrutura, que manifestou-se como prismática nos horizontes Ap, B1 e (B2), ficou maciça no A2, o grau tendo se iniciado como fraco no A, passando a moderado nos horizontes B. O melhor desenvolvimento da estrutura no Ap quando comparado com o A2, pode ser explicado pelo seu maior conteúdo de matéria orgânica, visto que as quantidades de areia, silte e argila foram praticamente iguais nesses dois subhorizontes.

A consistência do solo seco foi aumentando com a profundidade, saindo de um grau macio no A, passando a ligeiramente duro no B, o mesmo acontecendo com a do solo úmido, o que está perfeitamente de acordo com o aumento da quantidade de argila no perfil.

A cerosidade apresentou-se no horizonte B deste solo como sendo comum no B1, passando a abundante no (B2). Supõe-se então, que já está havendo a formação de um argílico nesse solo, pelo acúmulo de material iluviado.

Devido à pouca espessura do horizonte (B2) e à presença de fragmentos de rocha em sua massa do solo, considerou-se ser tal horizonte um câmbico, e ócrico os horizontes superficiais.

Levando-se em conta que o tempo é um fator na formação do horizonte argílico (BIRKELAND, 1974), os perfis P1 e P2 são mais antigos que o P7 em virtude da maior expressão de seu argílico.

Ainda com relação ao Cambissolo P7 constatou-se, na profundidade de 80 cm, a camada de seixos rolados relatada por PENTEADO e RANZANI (1971, 1973) e LEPSCH *et alii* (1975) em solos desenvolvidos sobre a mesma superfície Neogênica II que os perfis estudados, e que não foi encontrada nos P1 e P2, pelo menos até à profundidade amostrada.

Comparando-se os perfis estudados vê-se que a cor se deve à herança do próprio material de partida do solo, no caso o arenito. Por outro lado, não houve diferenças acentuadas nas características de textura e estrutura entre o solo pouco desenvolvido e

os perfis mais evoluídos, devido provavelmente, à semelhança no teor de argila. O que houve entretanto, foi uma maior espessura dos perfis P1 e P2 em relação ao P7. Convém observar que mesmo nas fases mais jovens do solo, caso do P7, o horizonte A2 foi observado.

A cor do horizonte A do P3 passou de bruno escuro (7,5YR 3/2) com o solo úmido para cinzento avermelhado (5YR 5/2) com o solo seco, sendo o baixo croma denunciado pela presença de matéria orgânica nesse horizonte. As cores claras deste horizonte enquadram-se no como ôcrico, pelo Soil Taxonomy (E.U.A., 1975). Já nos horizontes B deste perfil a cor principia com o bruno avermelhado (5YR 4/4) no horizonte B21t, passando para vermelho amarelado (5YR 4/6) no B22t e vermelho (2,5YR 4/6) nos horizontes B23t, C1 e C2. As amostras da rocha revelaram a própria coloração do folhelho, qual seja, vermelho escuro (2,5YR 3/6). Nota-se dessa maneira que, à medida que se foi aprofundando no perfil, foi aumentando a influência da cor do material de origem. As análises dos conteúdos de ferro neste perfil revelaram que ele deve ser o maior responsável pelas colorações, pois apresentou-se com teores variando de 1,6 a 3,2%.

A textura foi homogênea em todo o perfil, permanecendo como argila, exceção feita ao horizonte Ap que a apresentou como franco argiloso. Esta variação textural do A para o B pode ser encarada como presença de eluviação dentro do perfil, fato comprovado quando se analisa a presença da cerosidade nos horizontes B.

A estrutura apresentou-se em grumos no horizonte Ap, fato que pode ser associado à presença de gramíneas, como relatado

por DEMATTÊ (1975), com grau forte, passando a ser em blocos ou prismas nos demais horizontes, e desenvolvimento de grau fraco nos B21t, B22t e C1, sendo moderada apenas no B23t.

O grau da consistência, que acompanhou também a quantidade de argila, iniciou-se como duro a muito duro no horizonte A, passando a muito duro no B21t, e chegando a extremamente duro no B22t. Já no B23t o grau começou a diminuir para duro, sendo macio no C, o que não encontrou explicação na quantidade de argila, visto a mesma ter permanecido praticamente constante quando comparada com os outros subhorizontes B. Pode ser que a presença de seixos neste horizonte, indicando heterogeneidade do material de origem do solo, seja responsável por este fato.

A presença da cerosidade começou com pequena quantidade no B21t, passando a forte e abundante no B22t, B23t e C1. A presença desta característica associada à espessura (1 m) do horizonte B, permitem colocá-lo como um argílico segundo o Soil Taxonomy (E.U.A., 1975).

No Cambissolo (P5) referente a este perfil P3, verificou-se que a cor do horizonte Ap foi bruno avermelhado (5YR 4/4), enquanto que a do (B) foi cinzento avermelhado (5YR 5/2) quando o solo estava úmido e bruno avermelhado (5YR 5/3) com o solo seco. As amostras da rocha, apresentaram a mesma coloração que as do P3. Verificou-se ainda, a semelhança existente entre as cores do solo desenvolvido e as do Cambissolo a ele relacionado, o que foi

também verificado pelas semelhanças entre os teores de ferro dos dois perfis (Tabela 8).

A textura do horizonte Ap manifestou-se como franco argiloso, passando a areia siltosa no (B), assim como na rocha, o que pode ser verificado na análise granulométrica (Tabela 2). Comparando-se as texturas dos perfis P3 e P5, verifica-se logo a influência do material de origem.

A estrutura iniciou-se como granular no horizonte Ap, com grau forte, provavelmente pelo fato de o solo estar coberto com pastagem, pois as gramíneas concorrem para uma melhor estruturação do solo, além das quantidades grandes de argila e silte. Passa então, a um desenvolvimento um pouco maior no (B), para blocos e com grau forte, o que pode ser explicado pela maior quantidade de argila.

A consistência manteve-se com grau ligeiramente duro até a profundidade amostrada, oriunda da quantidade elevada de argila em todo o perfil.

Provavelmente, em virtude do pequeno gradiente textural (Tabela 2), não foi verificada a presença de cerosidade neste perfil.

As características morfológicas do horizonte (B) permitem enquadrá-lo como sendo câmbico, e as do A o permitem como ócrico.

Analisando-se as características deste Cambissolo e as do P3, verifica-se que, cor e estrutura são comuns a estes dois perfis. Já com relação à textura, percebe-se que houve uma evolução para a classe argila, pois que esta foi dominante no P3. A espessura foi também uma característica que se desenvolveu no P3. A presença da cerosidade foi uma característica não herdada, isto é, desenvolveu-se à medida que os solos foram também se desenvolvendo.

A cor do horizonte Ap do perfil P4 variou de bruno a escuro (7,5YR 4/2) com o solo úmido, a bruno avermelhado (5YR 5/3) com o solo seco. Já no horizonte B2lt, a cor começou com bruno avermelhado (5YR 4/4) com o solo úmido, tendo o vermelho amarelado (5YR 5/8) aparecido em todos os outros horizontes. Também neste perfil percebe-se a influência da grande quantidade de óxidos de ferro na cor dos horizontes, estando todos os valores compreendidos entre 2,5% a 3,3%, como se vê na Tabela 8.

A textura iniciou-se como franco argiloso no Ap, passando a seguir, em todos os outros horizontes, para argila, fato que também foi verificado no P3, sendo os aumentos sucessivos no conteúdo de argila os responsáveis por tal.

A estrutura, que se mostrou maciça nos horizontes Ap, passou para blocos subangulares nos B2lt e B22t, voltando a maciça nos B23t e B3, sendo que a mudança no conteúdo de argila não poderia ser responsável por tal fato pois que as mudanças havidas no mesmo foram para maior. O que talvez poderia explicar tal fato seria a

heterogeneidade do perfil, que se pode verificar pela relação das areias na Tabela 4.

A consistência do solo seco manteve-se com grau maior em todo o perfil, variando apenas a do solo úmido, que iniciou-se como ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso no A, passou a plástico e pegajoso nos B1t, B21t, B22t, voltando a ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso no B3, acompanhando ligeiramente o aumento do conteúdo de argila. A heterogeneidade do perfil, como mostra a Tabela 4, pode ser lembrada para explicar o porquê de a plasticidade não ser mais desenvolvida nesse perfil, frente aos altos teores de argila.

A cerosidade começou a manifestar-se no horizonte B1t, como moderada e pouco, passando no B21t a forte e abundante, forte e comum no B22t, moderada e pouco no B23 e praticamente desaparecendo no B3. Novamente a heterogeneidade do perfil pode ser a explicação de a cerosidade não ser ainda mais desenvolvida no mesmo.

Em virtude das colorações claras do horizonte A, ele pode ser enquadrado como um ócrico pelo Soil Taxonomy (E.U.A., 1975), enquanto o B, pelo seu gradiente textural, espessura e cutans, como um argílico.

O Cambissolo P6, correspondente ao Perfil P4, apresentou, assim como o Cambissolo P5, colorações bruno avermelhado (5YR 4/4) nos horizontes Ap e (B) quando o solo estava seco, sendo as colorações semelhantes pois, às da rocha.

Quanto à textura, percebe-se que ela vai se modificando com a profundidade, da mesma maneira revelada, na análise granulométrica (Tabela 2), pela fração argila. Também o melhor desenvolvimento da estrutura com a profundidade pode ser explicado pelo aumento verificado na quantidade de argila, bem como a consistência.

A análise da evolução deste Cambissolo para o P4 é semelhante à realizada para o P3, ajuntando-se ainda que a heterogeneidade do perfil P4 é bastante visível, podendo ser verificada, entre outras coisas, pelas camadas de seixos rolados que aparecem do horizonte B3 para baixo.

Adotando-se os critérios de diferenciação entre os horizontes, propostos por BILZI e CIOLKOSZ (1977a; 1977b), foram os valores em pontos dessas diferenças, plotados em gráficos, apresentados nas Figuras 8 e 9.

No exame das figuras deve-se observar o seguinte:

a) se o número de pontos que exprime a distinção entre os horizontes se mantém o mesmo, a linha que une seus limites superiores é uma perpendicular à linha que expressa o valor de pontos;

b) se o número de pontos que quantifica a distinção entre dois horizontes diminui, a linha que une seus horizontes superiores se inclina para a esquerda, o inverso ocorrendo quando aumenta o número de pontos de distinção entre os horizontes.

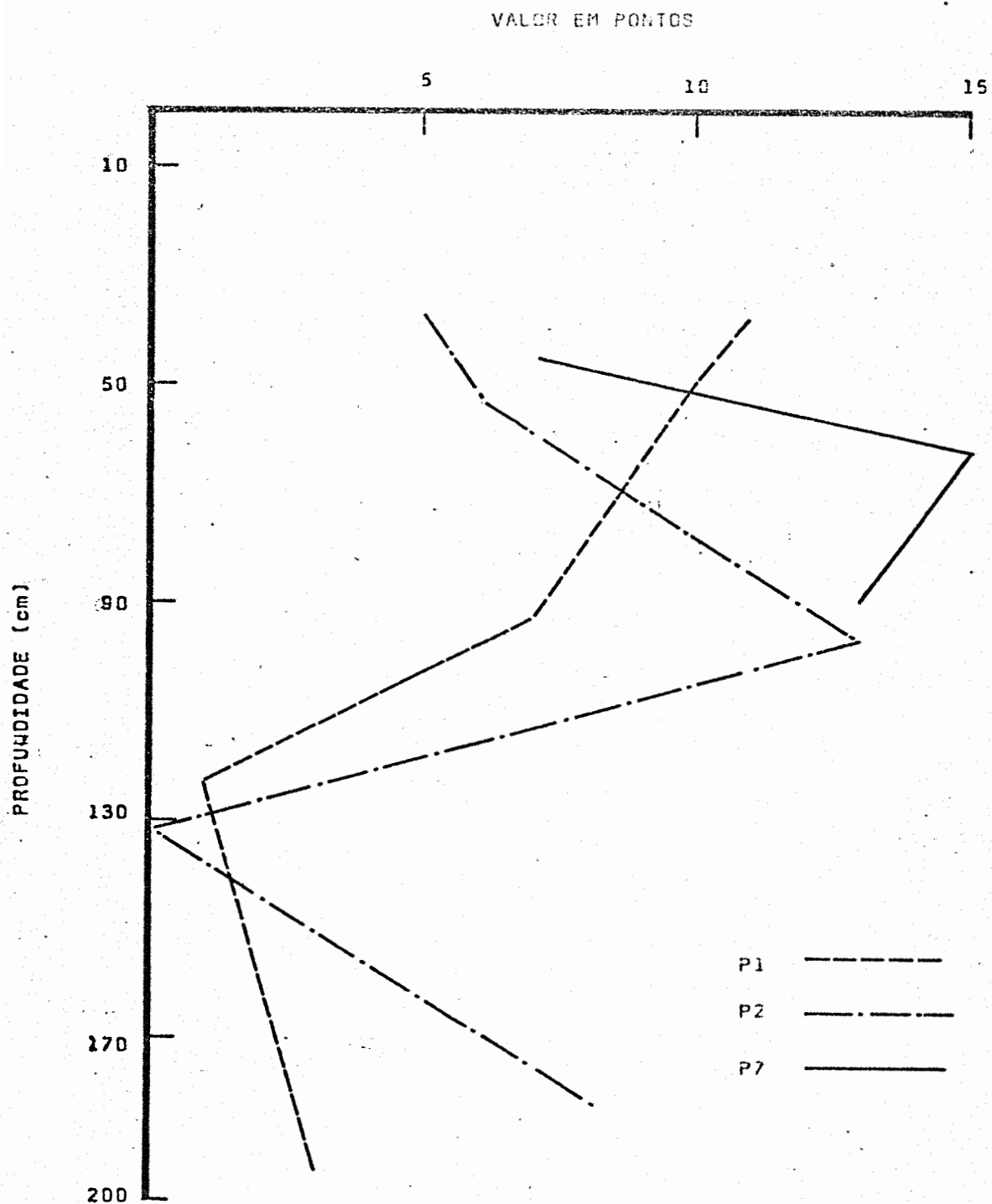


Fig. 8 - Distinção relativa entre os horizontes dos perfis de solos Podzolizados de Linse Marília - variação Marília (P1 e P2) e seu respectivo Cambissolo (P7).

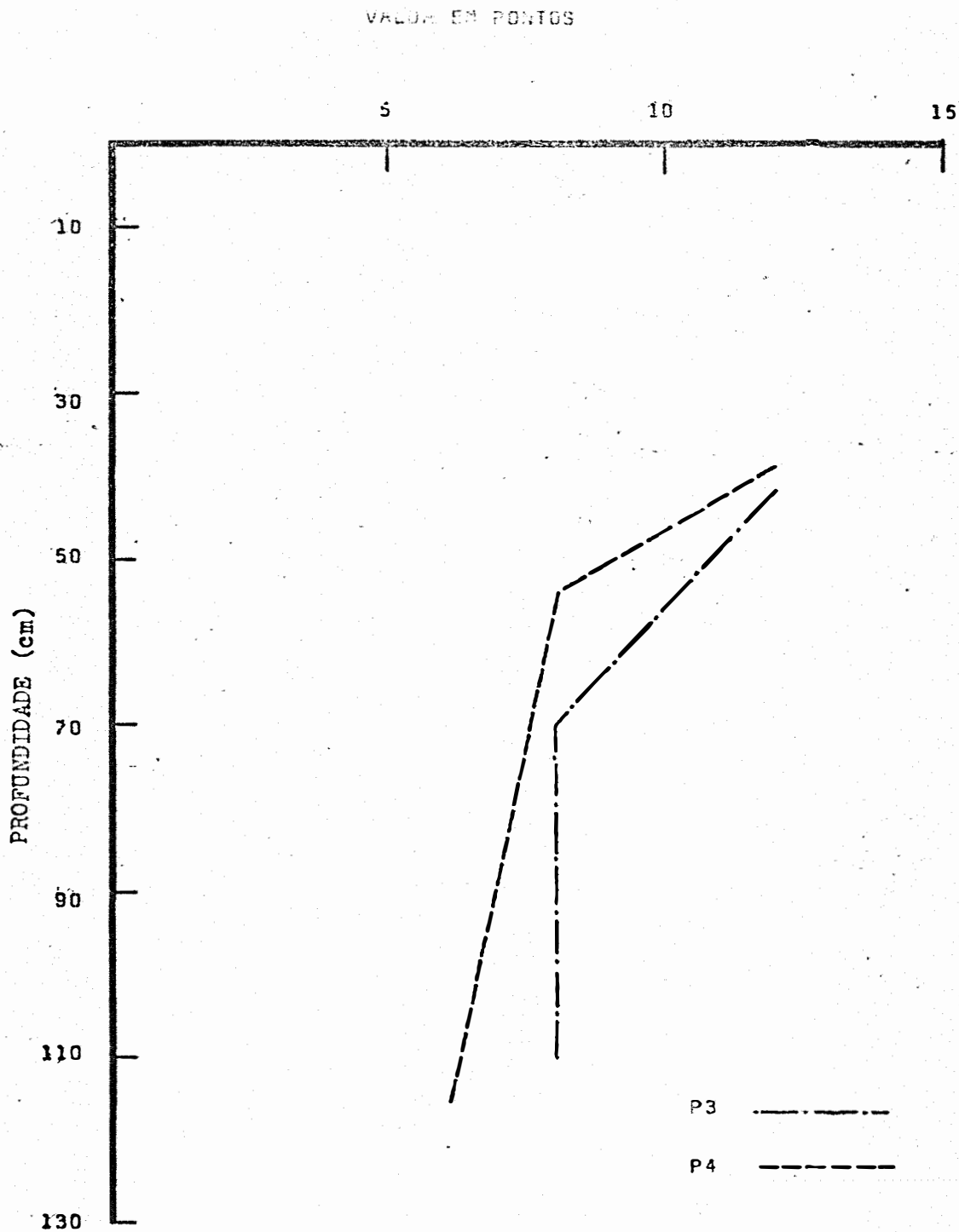


Fig. 9 - Distinção relativa entre os horizontes dos perfis de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba (P3 e P4).

Do exame da Figura 8 nota-se que está havendo uma diminuição da distinção entre os horizontes com o aumento da profundidade no perfil P1, e que no P2 existe uma distinção bastante acentuada até o horizonte B2lt, a partir do qual, o número de pontos de distinção decresce, da mesma forma que no P1, a profundidades semelhantes. Já no Cambissolo P7 verifica-se que, como a linha se inclina para a direita, a distinção entre os limites superiores do 2º e 3º horizontes, aumenta, diminuindo em direção ao 4º horizonte. Tal fato vem confirmar um sentido evolutivo entre os perfis de Cambissolo e os solos mais profundos. Nos perfis bem desenvolvidos (P3 e P4) da variação Piracicaba, verifica-se que o comportamento de distinção entre os horizontes é semelhante: diminui com a profundidade, o que vem confirmar a semelhança morfológica entre tais solos (Figura 9).

Do exame das figuras obtidas, pode-se verificar que o solo pouco desenvolvido apresentou os maiores valores para a soma dos pontos, e que os solos mais desenvolvidos situaram-se em um valor médio de pontos (mais ou menos no centro da figura), sugerindo então, que a posição ocupada pelos perfis, no gráfico, dá uma idéia, além da distinção entre os horizontes, do grau de desenvolvimento do mesmo.

6.2 - Análise Granulométrica

A análise granulométrica dos perfis da variação Marília encontra-se na Tabela 1, e a dos da variação Piracicaba na Tabela 2. Os dados calculados para a areia total (livre de argila), relações areia muito fina : areia fina (livres de argila), argila fina : argila grossa e argila fina : argila total, estão apresentados nas Tabelas 3 (para os perfis de solos da variação Marília) e 4 (para os da variação Piracicaba).

A Tabela 1 mostra que o perfil P1 apresenta teores relativamente altos de areia (56%-81%), conteúdos baixos a moderados de silte (9,1%-40,5%) e argila (3,6% a 30,9%). É evidente também a quase uniformidade dos teores de silte no corpo do perfil (ao redor de 11%), o qual sofre brusco aumento (para 35%) na rocha. Isto sugere que a rocha fornece o silte como material ao intemperismo que resultará na fração argila do solo. Verifica-se ainda, que a argila apresentou-se com baixo teor no horizonte Ap (6,4%), teor este que aumentou bruscamente no horizonte B, para 25%, evidenciando desse modo o processo de iluviação que ocorre nesse horizonte.

A Tabela 3 mostra que o conteúdo de areia total, bem como a relação das areias (livres de argila) é bastante uniforme em todo o perfil P1 (indicando também a uniformidade do próprio), só diminuindo quando se atinge a rocha, fato este também observado na análise granulométrica. A Figura 10 mostra que nas subfrações areia,

a fina predomina, e na Tabela 3 vê-se que a relação areia muito fina : areia fina acusa também este predomínio da areia fina. Analisando-se as relações argila fina : argila grossa percebe-se que a argila grossa domina em todos os horizontes do perfil P1, com exceção do B12 onde a quantidade de argila fina foi cerca de 1,5 vezes maior que a da argila grossa. Segundo alguns autores como BREWER (1956), BOURNE e WHITESIDE (1962), GERAZIMOV e GLOZAVSKAYA (1965), CADY (1967), NETTLETON *et alii*(1968), BULLOCK *et alii* (1974) e o Soil Taxonomy (E.U.A., 1975), é a argila mais fina que se transloca dos horizontes superiores para os inferiores, e, acumulando-se aí, ela fará com que a relação argila fina : argila grossa aumente. Consequentemente, a iluviação de material argiloso no solo é evidenciada pela ocorrência de um máximo na relação argila fina : argila grossa, como o citaram também, HARPSTEAD e RUST (1964) e KHALIFA e BUOL (1968). Esse mesmo relacionamento foi verificado na relação argila fina : argila total. Coincidentemente, a morfologia mostrou também, cerosidade em grau comum neste horizonte, fato anotado ainda na micromorfologia, fatores estes que convergem para a evidência de um argílico desde os 18 cm até 123 cm.

Quanto ao perfil P2, verifica-se que a fração areia total foi relativamente uniforme em todo o perfil (Tabela 3) e que a distribuição das subfrações areia (com altos teores como se vê na Tabela 1), comportou-se de modo semelhante à do perfil P1, o que se

pode constatar na Figura 10. O comportamento da fração silte foi também relativamente uniforme, se bem que suas quantidades tenham sido maiores que aqueles do P1 (Tabela 1), tendo o horizonte A3 apresentado o teor mais elevado. O comportamento da fração argila também foi semelhante àquele do P1, isto é, baixos teores no horizonte A (cerca de 7%) que se elevam no B até um máximo de 32% no B22t. Examinando-se as relações argila fina : argila grossa e argila fina : argila total (Tabela 3) vê-se que a argila grossa é dominante em todo o horizonte A, iguala-se praticamente à argila fina no B1, quando então esta sobrepuja a grossa em até 3,5 vezes no B21t (onde chega a constituir 77% da fração argila), mantendo-se superior em todo o horizonte B, fato este que comprova a maior eluviação da argila fina do que da grossa.

O exame da análise granulométrica do Cambissolo P7 (Tabela 1), mostra que houve uma variação um pouco maior da fração areia em relação à dos perfis P1 e P2, mas que a areia total e relação de areias (livres de argila; Tabela 3) não confirmaram tal fato, concluindo-se pela uniformidade também deste perfil. A fração silte, que manteve-se em níveis baixos a moderados, foi aumentando em quantidade com a profundidade. É perfeitamente visível o acúmulo de argila no horizonte (B): parte de 10,6% no Ap até 35,0% no (B). A Tabela 3 mostra que a argila fina predominou no horizonte (B2) (onde constituiu praticamente 70% da fração argila), aparecendo em igual-

dade com a argila grossa no B1, mas sobrepujando-a novamente na amostra R1. Percebe-se por essa relação, que está havendo a formação de um horizonte argílico e que este chega até à amostra R1.

O exame da Figura 10 mostra que a distribuição das subfrações areias média, fina e muito fina foi bastante semelhante, e que existe uma quase igualdade entre as duas últimas, o que se verifica também na relação apresentada na Tabela 3, indicando a uniformidade do perfil.

Na análise da evolução do Cambissolo P7 percebe-se a pequena variação no conteúdo total da fração areia e que à medida que a evolução se processou, a subfração areia fina foi sendo a dominante. Quanto à fração silte, o que chamou a atenção foi a diferença bastante significativa entre os teores nas amostras da rocha no P1 e no P7 (35% no P1 e 18% no P7). A análise da fração argila dos três perfis da variação Marília levam a sugerir que, em virtude da pequena quantidade da mesma nas amostras da rocha, a iluviação é um processo ativo na diferenciação dos horizontes desses perfis.

A análise da Tabela 2 mostra que o perfil P3 apresenta predomínio da fração argila sobre as frações areia e silte. Apesar de a fração argila aparecer no Ap já como 34,4% da fração do solo menor que 2 mm, ela ainda sofre incrementos em todo o horizonte B (até 56,2% no B22), mantendo-se em porcentagens semelhantes nas a-

mostras do horizonte C. As quantidades de silte, apresentaram-se variando de 13,3% a 25,9%, enquanto que a fração areia variou de 16,5% a 40,8%. A tabela 4 mostra que houve uma desuniformidade da areia total (livre de argila) neste P3, com variações de 62,2% no A1 até 39,1% na camada de agregados. Como se observa na Figura 11, o predomínio é da fração areia fina, da mesma forma verificado na Tabela 4 pela relação areia muito fina : areia fina, a qual evidencia também a desuniformidade do perfil por seus valores erráticos. A relação argila fina : argila grossa (Tabela 4) mostra que houve o predomínio da argila fina em todo o perfil e na relação argila fina : argila total. Vê-se que em todo o horizonte B e no C a argila fina ocupou praticamente 80% da fração argila. Considerando-se o aumento da relação argila fina : argila total a partir do horizonte B21, conclui-se pela existência de um argílico nesse perfil, visto que a cerosidade manifestou-se abundante no exame de campo e as argilans iluviais foram também identificadas na análise micromorfológica. Observando-se os dados apresentados pelo horizonte Ap deste perfil quanto aos valores das relações argila fina : argila grossa (2,99), argila fina : argila total (0,75), os quais são muitos altos para o horizonte (em relação aos apresentados pelos demais), e lembrando-se também da desuniformidade do perfil já verificada por outras características, pode-se supor ser este horizonte Ap, um colúvio.

O Cambissolo P5, correspondente ao P3 mostra também, altos conteúdos de argila (35,7% a 48,2%) ao lado de conteúdos semelhantes da fração silte (43,1% a 48%). Já a fração areia não foi muito contributiva, aparecendo somente com 21,2% no horizonte Ap e em quantidades bem pequenas no (B) e na rocha. A fração areia total (livre de argila; Tabela 4) mostrou-se desuniforme, indicando a conseqüente heterogeneidade do perfil, variando de 33,0 no Ap a 7,7 na R enquanto que a relação areia muito fina : areia fina comprova o predomínio desta no (B) e R (além de fornecer dados sobre a heterogeneidade do material), indicando que o próprio material de origem do solo é rico na fração mais fina. A morfologia de campo não anotou a presença de cerosidade, e na análise micromorfológica anotou-se a grande quantidade de plasma que o perfil possui, e somente algumas raras argilans iluviais.

Comparando-se as análises granulométricas dos perfis P3 e P5, pode-se supor que o desenvolvimento atingido pelo P3 fez-se às custas da diminuição da quantidade de silte presente no P5 e do aumento de quantidade de argila, o que leva também a supor que, no desenvolvimento do perfil há a evolução da fração silte para a fração argila.

Já as relações argila fina : argila grossa e argila fina : argila total, mantêm-se praticamente nos mesmos níveis nos dois perfis, indicando que o horizonte argílico do P3 pode não ter necessitado de um tempo muito longo para a sua formação, visto o ca

rãter já argiloso da rocha matriz, fato também relatado por SOUZA e DEMATTE (1979).

Analisando-se a granulometria do perfil P4 (Tabela 2) verifica-se comportar-se ela da mesma maneira que a do perfil P3: predomínio da fração argila sobre as frações areia e silte. A fração argila, que perfaz 27,2% da fração menor que 2 mm no horizonte Ap, cresce até 54,4% no horizonte B23t. Paralelamente, a fração silte sofreu acréscimos e decréscimos ao longo do perfil, situando-se entre os valores de 26,0% e 17,4% nos horizontes B1t e B3, respectivamente. Já a fração areia decresceu em profundidade, aumentando um pouco nos dois últimos horizontes amostrados, B23t e B3. A fração areia total (livre de argila; Tabela 4) mostrou a mesma tendência, mantendo-se desuniformemente ao longo do perfil, bem como a relação areia muito fina : areia fina que mostrou além disso, a predominância desta última, o que é bem visível na Figura 11, fato também verificado com o perfil P3. Em todos os horizontes do perfil P4 anotou-se a predominância da argila fina, constituindo-se em 79% da fração argila no horizonte B23t. O aumento do conteúdo de argila com a profundidade, e as relações argila fina : argila grossa e argila fina : argila total, permitem colocar o horizonte B deste perfil como argílico. Na morfologia de campo anotou-se também a presença de cerosidade, enquanto que a micromorfologia demonstrou a presença, nos horizontes B, de argilans iluviais revestindo as paredes de canais.

O perfil P6, Cambissolo do P4, apresenta, em sua análise granulométrica na Tabela 2, aumento do conteúdo de argila do horizonte A até à rocha, de 17,2% a 49,2%, processo inverso acontecendo com a fração areia, tendo o silte permanecido quase que estável. A areia total e a relação das areias (livres de argila; Tabela 4) comportaram-se desuniformemente com a profundidade.

Comparando-se as análises granulométricas dos perfis desenvolvidos (P3 e P4) com as de seus respectivos Cambissolos (P5 e P6) nota-se que a evolução da granulometria deve ter ocorrido principalmente com a fração silte, que é bastante significativa nos Cambissolos, e diminui nos perfis desenvolvidos. Nota-se também que, embora a argila fina predomine nos Cambissolos e também nos perfis mais desenvolvidos, ela aparece em proporção muito maior nestes últimos, o que indica que o intemperismo está se realizando em direção às mesmas.

Tabela 1 - Análise granulométrica (em %) dos perfis de Solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília e Cambissolo correspondente, na fração menor que 2 mm.

HORIZONTE	PROFUNDIDADE (cm)	AREAIA (mm)					SILTE (μ)			ARGILA (μ)	
		2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	2,0-0,05	2-50	<2,0		
Ap	0-18	0,1	2,8	27,7	40,9	9,6	81,1	12,5	6,4		
B11	18-38	-	2,2	23,1	34,2	5,5	65,0	13,2	21,8		
B12	38-50	0,1	1,7	19,0	34,0	7,5	62,3	12,3	25,4		
B21t	50-93	0,1	2,4	20,5	28,8	8,2	60,0	9,1	30,9		
B22t	93-123	-	1,6	18,8	32,1	7,7	60,2	10,2	29,6		
B3	123-195	0,1	2,4	20,9	33,0	7,6	64,0	11,2	24,8		
R1	195-285	0,2	2,0	20,0	32,4	4,8	59,4	34,1	6,5		
R2	285-410	-	1,7	17,6	31,8	4,8	55,9	40,5	3,6		
					<u>Pm1 - P1</u>						
Ap	0-18	-	3,3	28,7	40,6	12,1	84,7	10,3	5,0		
A2	18-38	0,1	2,2	21,0	39,5	15,1	77,9	14,9	7,2		
A3	38-53	0,1	3,0	24,2	36,6	12,2	63,9	28,0	8,1		
B1	53-68	-	2,7	21,8	33,2	10,8	68,5	17,9	13,6		
B21t	68-97	-	1,9	16,6	25,1	7,5	51,1	18,4	30,5		
B22t	97-132	-	2,0	17,5	25,6	6,7	51,8	16,2	32,0		
B3	132-182+	0,1	2,3	18,6	27,7	7,3	56,0	17,8	26,2		
					<u>Pm1 - P2</u>						
					<u>Cambissolo - P7</u>						
Ap	0-15	0,2	1,9	16,2	30,7	30,8	79,8	9,6	10,6		
A2	15-45	0,2	3,0	19,3	31,3	26,6	80,4	9,2	10,4		
B1	45-62	-	1,9	13,3	21,3	22,8	59,3	13,8	26,9		
(B2)	62-89	0,1	1,5	11,6	17,1	18,8	49,1	15,9	35,0		
R1	89-110	0,2	2,7	19,4	21,5	18,5	62,5	17,8	19,9		
R2	110-133+	0,5	4,6	18,2	23,2	16,0	62,5	17,9	19,6		

Tabela 2 - Análise granulométrica (em %) dos perfis de Solos Podzólico Vermelho-Amarelo - variação Piracicaba e seus respectivos Cambissolos, na fração menor que 2 mm.

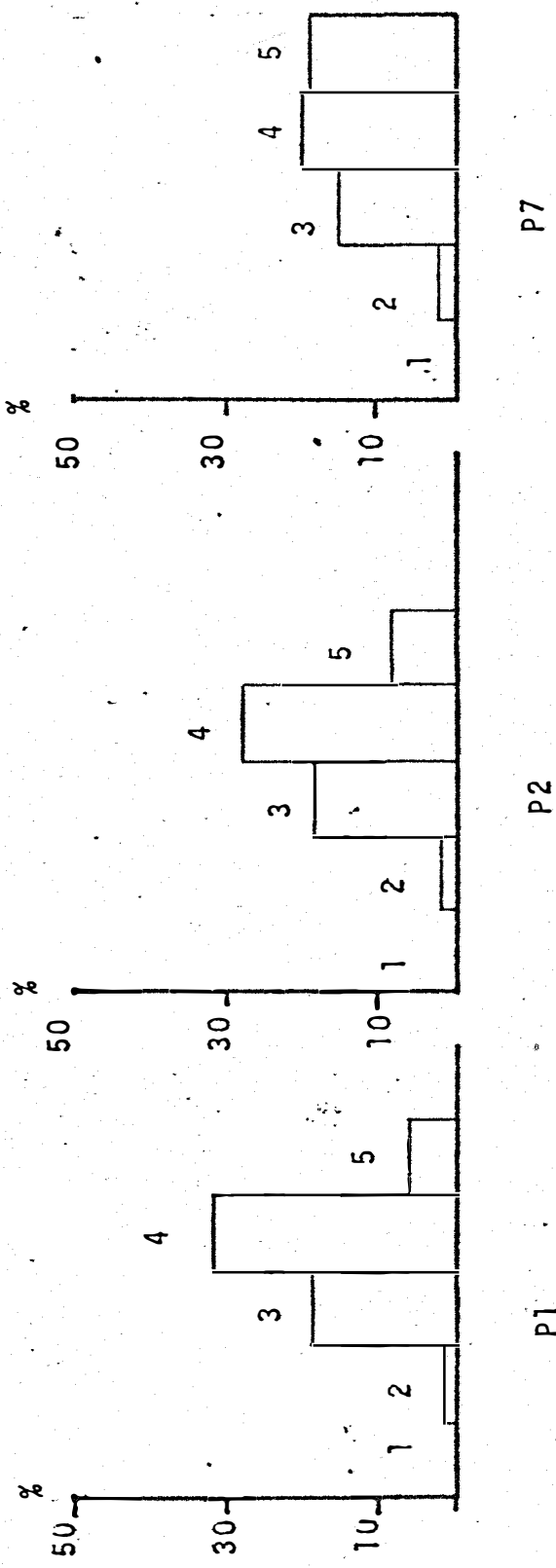
HORIZONTE	PROFUNDI- DADE (cm)	AREIA (mm)					SILTE (μ)			ARGILA (μ)
		2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	2,0-0,05	2,50	<2,0	
					<u>PVp - P3</u>					
Ap	0-7	0,6	1,4	10,4	21,9	6,5	40,8	24,8	34,4	
B21t	7-42	0,3	0,9	7,5	18,8	4,2	31,7	25,9	42,4	
B22t	42-70	0,4	0,8	4,7	13,5	5,9	25,3	18,5	56,2	
B23t	70-110	0,5	0,7	4,7	13,5	5,6	25,0	19,9	55,1	
C1	110-142	0,2	0,9	4,1	13,4	3,3	21,9	22,3	55,8	
Cam.agreg.	142-160	0,4	0,8	3,3	9,1	2,9	16,5	25,7	57,8	
C2	160-185+	0,2	7,2	4,5	13,4	5,5	30,8	13,3	55,9	
					<u>Cambissolo - P5</u>					
Ap	0-10	0,7	1,2	5,1	12,6	1,6	21,2	43,1	35,7	
(B)	10-20	-	0,2	1,5	3,9	1,3	6,9	44,9	48,2	
R	20+	-	0,1	1,4	1,9	0,6	4,0	48,0	48,0	
					<u>PVp - P4</u>					
Ap	0-26	4,4	1,5	7,6	28,6	7,6	49,6	23,2	27,2	
B1t	26-39	0,4	0,9	6,1	23,5	3,1	34,0	26,0	40,0	
B21t	39-54	1,2	0,9	5,0	19,1	3,9	30,1	17,7	52,2	
B22t	54-87	0,6	1,0	4,8	18,7	0,7	25,8	23,0	51,2	
B23t	87-116	0,5	0,8	3,8	17,5	4,6	27,2	18,4	54,4	
B3	116-147	1,2	0,9	4,2	17,6	5,2	29,1	17,4	53,5	
					<u>Cambissolo - P6</u>					
Ap	0-15	0,6	1,1	6,3	26,4	8,3	42,7	40,1	17,2	
(B)	15-30	0,4	0,8	4,0	15,0	5,4	25,6	46,9	27,5	
R	30+	0,5	1,0	1,7	4,0	3,6	10,8	40,0	49,2	

Tabela 3 - Areia total (%) e areia muito fina/areia fina (livres de argila, argila fina/argila grossa e argila fina/argila total, na fração menor que 2 mm dos solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília, e Cambissolo correspondente.

HORIZONTE	PROFUNDIDADE (cm)	Areia total	Pm1 - P1		Pm1 - P2		Cambissolo - P7	
			Areia muito fina Areia fina	Argila fina Argila grossa	Areia muito fina Areia fina	Argila fina Argila grossa	Areia muito fina Areia fina	Argila fina Argila grossa
Ap	0-18	86,7	0,23	0,06	0,30	0,38	0,07	0,06
B11	18-38	83,1	0,16	0,96	0,38	0,46	0,16	0,49
B12	38-50	83,5	0,22	1,62	0,33	0,43	0,97	0,62
B21t	50-93	86,8	0,28	0,67	0,33	0,97	2,20	0,40
B22t	93-123	85,5	0,24	0,82	0,30	3,39	1,47	0,45
B3	123-195	85,1	0,23	0,44	0,26	1,35	1,08	0,31
R1	195-285	63,5	0,15	0,49	0,26	1,35	1,08	0,33
R2	285-410	58,0	0,15	0,49	0,26	1,08	0,25	0,33
Ap	0-18	89,2			0,30	0,38	0,07	0,28
A2	18-38	83,9			0,38	0,46	0,16	0,32
A3	38-53	69,5			0,33	0,43	0,97	0,30
B1	53-68	79,3			0,33	0,97	2,20	0,49
B21t	68-97	73,5			0,30	3,39	1,47	0,77
B22t	97-132	76,2			0,26	1,35	1,08	0,57
B3	132-182+	75,9			0,26	1,08	0,25	0,52
A1	0-15	89,3			1,00	0,07	0,07	0,07
A2	15-45	89,7			0,85	0,16	0,16	0,14
B1	45-62	81,1			1,07	0,97	0,97	0,49
(B2)	62-89	75,5			1,10	2,20	2,20	0,69
R1	89-110	77,8			0,86	1,47	1,47	0,59
R2	110-133+	77,7			0,69	0,25	0,25	0,20

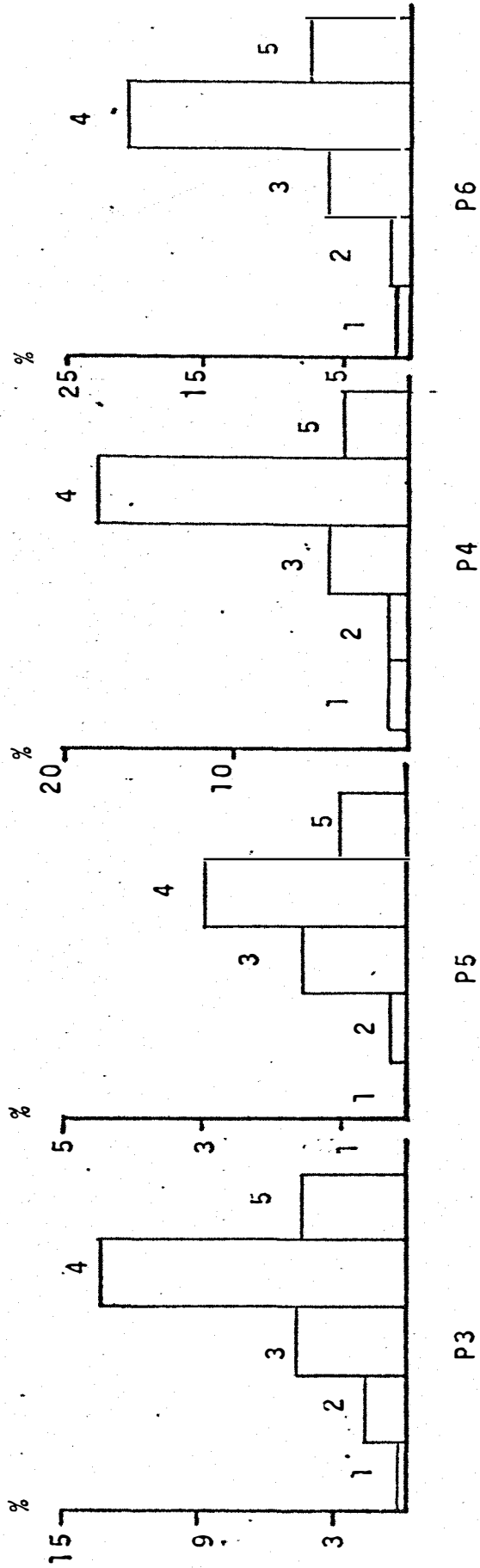
Tabela 4 - Areia total (%) e areia muito fina/areia fina (livres de argila), argila fina/argila grossa e argila fina/argila total, na fração menor que 2 mm dos perfis de Podzólicos Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, e respectivos Cambissolos.

HORIZONTE	PROFUNDIDADE (cm)	Areia total	Areia muito fina Areia fina	Argila fina Argila grossa	Argila fina Argila total
<u>PVp - P3</u>					
Ap	0-7	62,2	0,30	2,99	0,75
B21t	7-42	55,0	0,22	0,53	0,34
B22t	42-70	57,8	0,44	3,68	0,79
B23t	70-110	55,7	0,41	3,78	0,79
C1	110-142	49,6	0,25	4,25	0,81
Cam.agreg.	142-160	39,1	0,32	3,57	0,78
C2	160-185+	69,8	0,41	4,31	0,81
<u>Cambissolo - P5</u>					
A	0-10	33,0	0,13	0,21	0,17
(B)	10-20	13,3	0,33	2,47	0,71
R	20+	7,7	0,32	2,51	0,71
<u>PVp - P4</u>					
Ap	0-26	68,1	0,26	1,74	0,63
B1t	26-39	56,7	0,13	2,40	0,70
B21t	39-54	63,0	0,20	3,15	0,76
B22t	54-87	53,0	0,04	3,66	0,78
B23t	87-116	59,6	0,26	3,68	0,79
B3	116-147	62,6	0,30	2,80	0,74
<u>Cambissolo - P6</u>					
Ap	0-15	51,6	0,31	0,35	0,26
(B)	15-30	35,3	0,36	0,78	0,44
R	30+	21,3	0,90	1,71	0,63



Subfrações: 1. Areia muito grossa; 2. Areia grossa; 3. Areia média; 4. Areia fina; 5. Areia muito fina;

Fig. 10 - Conteúdo das subfrações areia, expressas como porcentagem do solo, nos perfis de solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília (P1 e P2), e Cambissolo correspondente (P7).



Subfrações: 1. Areia muito grossa; 2. Areia grossa; 3. Areia média; 4. Areia fina e 5. Areia muito fina

Fig. 11 - Conteúdo das subfrações areia, expressas como porcentagem do solo, nos perfis de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba (P3 e P4) e Cambissolos correspondentes (P5 e P6).

6.3 - Propriedades Químicas

As propriedades químicas determinadas incluíram: matéria orgânica, reação do solo (pH), bases trocáveis (S), valor V, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação em Al.

Os dados obtidos para os perfis da variação Marília encontram-se na Tabela 5 e para os da variação Piracicaba na Tabela 6.

a) Matéria orgânica

Pela Tabela 5 observa-se que o conteúdo de matéria orgânica é o mais alto no horizonte A do Cambissolo P7 (2,7%), apresentando-se também os mais altos nos horizontes A dos perfis P1 e P2, o que é de se esperar em virtude da cobertura vegetal dos perfis. Verifica-se também, que o perfil P7 tem bem maior quantidade de matéria orgânica ao longo do perfil, o que poderia ser explicado pela intensa atividade biológica anotada na morfologia do mesmo. Em todos os perfis verificou-se a diminuição do conteúdo com a profundidade.

Pela Tabela 6 observa-se que o conteúdo de matéria orgânica é o mais alto no horizonte Ap ao P3 (5,3%), mantendo-se também em teores elevados nos horizontes superficiais dos outros perfis. Também nestes verificou-se a diminuição com a profundidade.

A análise dos dados das Tabelas 5 e 6 mostra uma diferença bastante nítida entre os perfis da variação Marília e os da variação Piracicaba, com relação ao teor de matéria orgânica; enquanto que na variação Marília os teores variaram de 1,1% a 2,7% no horizonte A, na variação Piracicaba esses teores também no horizonte A, foram de 2,9% a 5,3%. Uma comparação desses valores obtidos com a quantidade de argila é bastante significativa, pois segundo ALLISON (1973), em condições climáticas semelhantes, o conteúdo de matéria orgânica pode ser até 2 a 3 vezes maior em solos de textura fina do que em solos de textura mais arenosa. Esse autor atribuiu esse fato em virtude da maior aeração e diminuição da oxidação nos solos de textura muito arenosa, além de que existem também: (1) formação de complexos orgânicos e inorgânicos; (2) adsorção de matéria orgânica pelas partículas de argila, e (3) formação de complexos metalo-orgânicos, tais como humatos de cálcio, ferro e alumínio. Já SOMBROEK (1966), trabalhando com solos da bacia do Rio Amazonas, concluiu que nos horizontes superficiais existe normalmente um aumento de 0,16% no conteúdo de carbono orgânico para cada 10 g de argila.

Observa-se ainda, que existe um decréscimo no conteúdo de matéria orgânica com a profundidade em todos os perfis, e que esse decréscimo é muito mais acentuado dos horizontes superficiais para os de subsuperfície. Nota-se que no Cambissolo P7 os teores de matéria orgânica foram superiores aos dos dois perfis mais desenvol

vidos P1 e P2. Essa mesma observação é válida para os Cambissolos P5 e P6 dos perfis P3 e P4 da variação Piracicaba, respectivamente.

b) Reação do solo (pH)

Verifica-se pela Tabela 5, que os valores obtidos em suspensão de água e solo da variação Marília, enquadram-se como levemente ácidos, fato esse que poderia ser explicado em virtude do tipo de cimento do arenito (calcário).

Já os perfis de solos da variação Piracicaba apresentaram-se um pouco mais ácidos que os da variação Marília, sendo 4,7 o valor mais baixo (nos horizontes C). Nota-se no P3 que o pH mais elevado ficou com a camada de agregados (5,2). Observa-se também, que os perfis da variação Piracicaba (Tabela 6), apresentaram valores de pH que variaram pouco com a profundidade (de 4,7 a 5,4), e com os perfis da variação Marília tal oscilação foi maior (de 5,0 a 6,9).

Os dados fornecidos pelas medidas feitas em suspensões de KCl tiveram um modelo de distribuição semelhante àqueles obtidos com a suspensão em água, somente que os valores absolutos foram diferentes. Estes dados marcam no entanto, diferenças entre os solos dadas pelo sinal e grandeza do ΔpH , isto é, quanto os valores medidos em suspensão de água foram maiores que aqueles medidos em suspensão de KCl. De acordo com MEKARU e UHEARA (1972) e RAIJ e PEECH (1972) quando o ΔpH é negativo, significa que o solo tem uma carga

líquida negativa. Os autores relatam que a matéria orgânica (com cargas negativas) se liga às cargas positivas dos minerais, e portanto, um decréscimo da matéria orgânica com a profundidade liberará um maior número de cargas positivas. Todos os perfis dos solos estudados apresentaram ΔpH negativo e têm, portanto, carga líquida negativa. Os solos da variação Piracicaba apresentaram ΔpH de maior grandeza que os da variação Marília, e têm portanto uma maior carga líquida negativa, fato este que pode ser atribuído à mineralogia mais micácea da fração argila do PVp.

c) Cátions trocáveis e saturação em bases

Analisando-se a Tabela 5 verifica-se que a soma de bases dos perfis diminuiu com a profundidade, havendo no entanto uma certa concentração no horizonte A que pode ser atribuída à reciclagem, e também no horizonte B, cujas causas podem ser atribuídas ou à riqueza do material de origem, ou à lixiviação do próprio horizonte A.

A Figura 12 mostra a distribuição da saturação em bases com a profundidade, nos perfis da variação Marília e Cambissolo correspondente. Observa-se que os valores são altos nos três perfis. Como os valores obtidos para o Cambissolo também são altos, principalmente próximo à rocha (bem visível no P1), pode-se admitir que o cimento calcário do arenito está influenciando a porcentagem de saturação em bases, fato relatado por SETZER (1947), PAIVA NETO *et*

alii (1951), pelo Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) e LEPSCH (1975).

Na Tabela 6 verifica-se que a soma de bases dos perfis da variação Piracicaba também diminuiu com a profundidade, com concentração no horizonte B; SOUZA e DEMATTÊ (1979) admitiram que uma pequena concentração de bases nos horizontes superficiais de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba se deve à contribuição da matéria orgânica e lessivagem; constituiu exceção o Cambissolo P6. No perfil P3 verifica-se que a camada de agregados apresentou aumento brusco na soma de bases, devido aos seus maiores conteúdos em cálcio e magnésio. Ainda neste perfil, os maiores valores ficaram com o horizonte A, provavelmente ocasionados ou pela reciclagem ou ainda, calagem.

Também no perfil P4 percebe-se a tendência de decréscimo da soma de bases com a profundidade, havendo da mesma forma, uma concentração no horizonte B2lt (com 4,12 e.mg/100 g).

A Figura 13, que mostra a distribuição da saturação em bases com a profundidade, nos perfis da variação Piracicaba e respectivos Cambissolos, evidencia a tendência a decrescer, para valores bem baixos, principalmente mais perto da rocha. A exceção ficou com o P6, cujos valores foram um pouco maiores que os dos outros perfis, mas também decresceram. DEMATTÊ (1970) já relatou que estes solos não são quimicamente uniformes, apresentando grande va-

riação na saturação de bases.

d) Capacidade de troca catiônica (CTC)

Observando-se os valores da Tabela 5, verifica-se que o horizonte A apresentou o maior valor para o perfil P1 (7,76 e.mg/100 g), provavelmente devido à contribuição da matéria orgânica. No horizonte B verificou-se concentração dos valores, a partir do qual, começaram a decrescer.

No perfil P2 verificou-se o mesmo fato: concentração de maiores valores para a CTC no horizonte B.

Os valores relativamente baixos de CTC encontrados nos perfis da variação Marília estão compatíveis com o mineral de argila encontrado no mesmo: caolinita.

Os dados apresentados pela variação Piracicaba (Tabela 6) e seus respectivos Cambissolos mostram-se bastante superiores àqueles apresentados pela variação Marília. Quanto aos perfis P3 e P4 pode-se dizer que a CTC do solo permaneceu relativamente constante com a profundidade, aumentando com ela nos Cambissolos.

Sendo a fração argila destes perfis constituída basicamente de caolinita e mica, supôs-se que cabe à última a responsabilidade pelo aumento da CTC. Anota-se ainda, que a CTC dos cambissolos P5 e P6 é maior que a da dos perfis mais desenvolvidos, provavelmente devida à mica.

Analisando-se a evolução desta característica dos perfis da variação Piracicaba, percebe-se que à medida que os solos fo

ram se desenvolvendo isso se traduziu em diminuição da CTC, refletindo o mineral de argila dominante, que passou da mica para a caolinita.

e) Alumínio trocável e saturação em alumínio

O alumínio trocável representa aquele extraído com KCl 1N, sendo que a saturação nesse elemento foi calculada pela soma do mesmo com os cátions trocáveis.

O exame dos dados apresentados pelos dois perfis da variação Marília, indica que somente os horizontes B1 do P1 apresentaram valores para a saturação em alumínio, valores estes bastante baixos (6,3 e 5,6%), e os horizontes B1 e B2lt do P2, também baixos (6,7 e 6,5%). Já com o Cambissolo P7 observa-se que houve aumento da porcentagem da saturação em alumínio, à medida que se aproximava da rocha. O Cambissolo P7 foi o perfil que apresentou resultados para a saturação em alumínio, indicando pois que o mesmo possui muito mais alumínio trocável que os perfis mais desenvolvidos.

Percebe-se assim, que na evolução do Cambissolo para os mais desenvolvidos, isso acarretou quase que o desaparecimento do alumínio trocável, provavelmente pela mudança da mineralogia.

Já o exame dos dados dos perfis da variação Piracicaba mostram um caráter bem diferente daquele da variação Marília: todos os perfis apresentaram altos teores de saturação em alumínio, cujas proporções foram aumentando com a profundidade, inversamente à distribuição da saturação em bases.

Verifica-se, na evolução dos Cambissolos para os mais desenvolvidos, que foi havendo lixiviação mais intensa do alumínio dos horizontes superficiais para os inferiores.

Tabela 5 - Características químicas, soma de bases (S), saturação em bases (V%), capacidade de troca catiônica e saturação em alumínio dos perfis de Solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília (P1 e P2) e Cambissolo correspondente (P7).

HORI- ZONTE	PROFUN- DIDADE (cm)	pH		M.O. Argila %	Al ³⁺ e.mg/100 g	Ca ²⁺ e.mg/100 g	Mg ²⁺⁺ e.mg/100 g	H ⁺	K ⁺	S e.mg/ 100 g	V %	CTC e.mg/ 100 g	Sat. em Al %
		H ₂ O	KCl										
Ap	0-18	6,9	6,2	1,7	0,0	2,5	0,3	4,8	0,16	2,96	38,1	7,76	-
B11	18-38	5,5	4,4	1,1	0,1	0,8	0,4	2,7	0,28	1,48	34,6	4,28	6,3
B12	38-50	5,3	4,5	0,9	0,1	1,1	0,2	2,6	0,38	1,68	38,4	4,38	5,6
B21t	50-93	5,4	4,8	0,8	0,0	1,7	0,2	2,7	0,24	2,14	44,2	4,84	-
B22t	93-123	5,5	5,2	0,6	0,0	1,4	0,3	2,7	0,06	1,76	39,5	4,46	-
B3	123-195	5,6	5,3	0,5	0,0	1,1	0,4	1,8	0,05	1,55	46,3	3,35	-
R1	195-285	5,9	5,8	0,4	0,0	1,2	0,3	1,3	0,03	1,53	54,1	2,83	-
R2	285-410	5,8	5,7	0,4	0,0	1,3	0,3	1,3	0,03	1,63	55,6	2,93	-
Pml - P1													
Ap	0-18	5,7	4,9	1,1	0,0	0,3	0,1	1,9	0,07	0,47	19,8	2,37	-
A2	18-38	5,5	4,4	0,9	0,0	0,2	0,1	2,0	0,05	0,35	14,9	2,35	-
A3	38-53	5,5	4,6	1,0	0,0	0,4	0,2	2,1	0,06	0,66	23,9	2,76	-
B1	53-68	5,0	4,3	0,9	0,1	0,9	0,4	2,4	0,08	1,38	35,6	3,88	6,7
B21t	68-97	5,3	4,3	0,9	0,2	2,0	0,8	2,4	0,06	2,86	52,4	5,46	6,5
B22t	97-132	5,4	4,8	0,7	0,0	2,2	1,0	2,4	0,06	3,26	57,6	5,66	-
B3	132-182+	5,6	5,0	0,6	0,0	1,9	1,0	2,0	0,08	2,98	59,8	4,98	-
Pml - P2													
Cambissolo - P7													
Ap	0-15	5,5	4,5	2,7	0,2	0,8	0,7	2,7	0,11	1,61	35,7	4,51	11,0
A2	15-45	5,2	4,4	1,1	0,1	0,6	0,2	2,2	0,04	0,84	26,8	3,14	10,6
B1	45-62	5,1	4,2	1,7	0,9	1,8	1,8	2,7	0,10	3,70	50,7	7,30	19,5
(B2)	62-89	5,2	4,0	1,2	2,8	1,8	2,9	2,6	0,07	4,77	46,9	10,17	37,0
R1	89-110	5,5	4,5	0,7	4,2	3,7	6,8	2,0	0,13	10,63	82,8	12,83	28,3
R2	110-123	5,4	3,9	0,7	4,3	1,6	6,3	2,6	0,15	8,05	53,8	14,95	34,8

Tabela 6 - Características químicas, soma de bases (S), saturação em bases (V%), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação em alumínio em perfis de Podzólicos Vermelho Amarelo - várzea Piracicaba (P3 e P4) e seus respectivos Cambissolos (P5 e P6).

HORI- ZONTE	PROFUN- DIDADE (cm)	pH		M.O. Argila %	Al ³⁺ e.mg/100 g	Ca ²⁺ e.mg/100 g	Mg ²⁺ e.mg/100 g	H ⁺	K ⁺	S e.mg/ 100 g	V %	CTC e.mg/ 100 g	Sat. em Al %	
		H ₂ O	KCl											
Ap	0-7	5,1	4,2	5,3	34,4	1,0	3,8	2,9	5,3	0,38	7,08	52,9	13,40	12,4
B21t	7-42	4,8	3,8	2,8	42,4	3,8	2,2	1,0	6,1	0,13	3,33	25,2	13,23	53,3
B22t	42-70	4,8	3,9	1,8	56,2	6,4	0,8	0,4	2,0	0,25	1,45	14,7	9,85	81,5
B23t	70-110	4,9	3,9	1,4	55,1	5,7	0,4	0,3	5,4	0,22	0,92	7,6	12,02	86,1
C1	110-142	4,9	3,9	1,4	55,9	6,4	0,2	0,1	3,0	0,12	0,42	4,3	9,82	93,8
C.agr.	142-160	5,2	3,9	1,2	57,8	6,5	0,6	0,5	2,4	0,23	1,33	13,0	10,23	83,0
C2	160-185+	4,7	4,0	1,4	55,9	6,4	0,2	0,1	3,6	0,11	0,41	3,9	10,41	93,7
Cambissolo - P5														
A	0-10	5,0	3,9	4,9	35,7	2,2	3,1	2,6	3,0	0,25	5,95	51,7	11,15	27,0
(B)	10-20	5,0	3,8	3,4	48,2	8,9	2,0	2,4	4,6	0,20	4,60	2,5	18,10	65,9
R	20+	4,9	3,7	1,3	48,0	14,0	2,0	2,0	2,8	0,27	4,27	2,0	21,07	76,5
Pvp - P4														
Ap	0-26	5,4	4,3	2,9	27,2	0,3	2,2	1,1	7,9	0,10	3,40	29,3	11,60	8,1
A2	26-39	5,1	4,2	2,2	40,0	0,6	2,9	0,8	8,9	0,11	3,81	28,6	13,31	13,6
B21t	39-54	5,2	4,4	1,9	52,2	0,3	3,0	1,0	9,0	0,12	4,12	30,7	13,42	6,8
B22t	54-87	5,3	4,2	1,8	51,2	1,4	1,8	0,5	9,3	0,22	2,52	19,1	13,22	35,7
B23t	87-116	5,0	4,1	1,2	54,4	1,0	0,5	0,7	5,3	0,09	1,29	17,0	7,59	43,7
B3	116-147	5,2	4,2	1,0	53,5	1,8	0,1	0,1	9,0	0,09	0,29	2,6	11,09	86,1
Cambissolo - P6														
A	0-15	5,3	4,0	3,4	17,2	0,8	2,5	0,6	6,0	0,16	3,26	32,4	10,06	19,7
(B)	15-30	5,1	4,0	2,5	27,5	3,5	3,1	0,6	4,3	0,06	3,76	37,4	11,56	48,2
R	30+	4,7	3,8	2,3	49,2	7,0	3,3	0,7	5,5	0,11	4,11	24,7	16,61	63,0

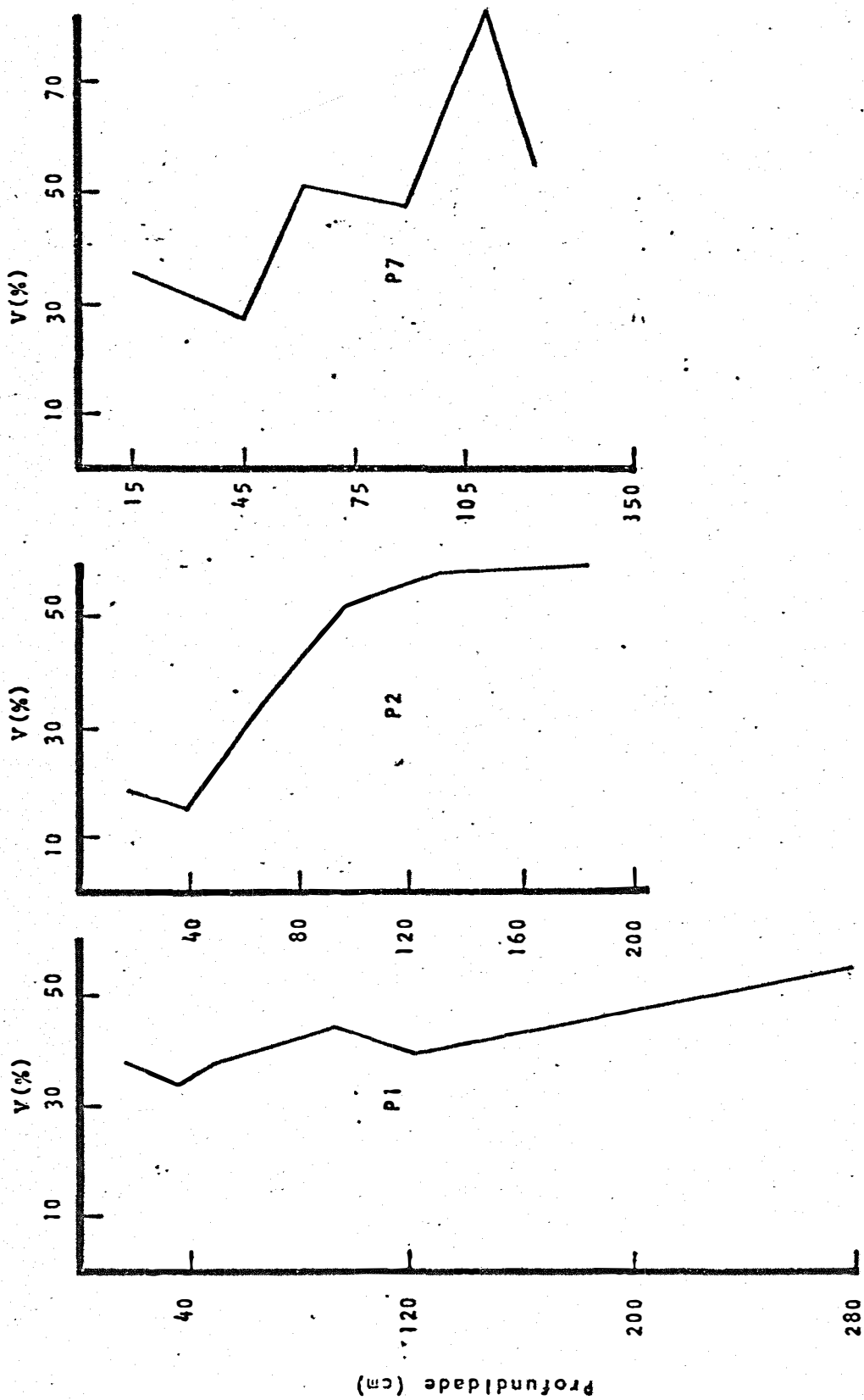


Fig. 12 - Distribuição da saturação em bases dos perfis de solos Podzolizados de Lins e Marfília - variação Marfília (P1 e P2) e respectivo Cambissolo (P7), com a profundidade.

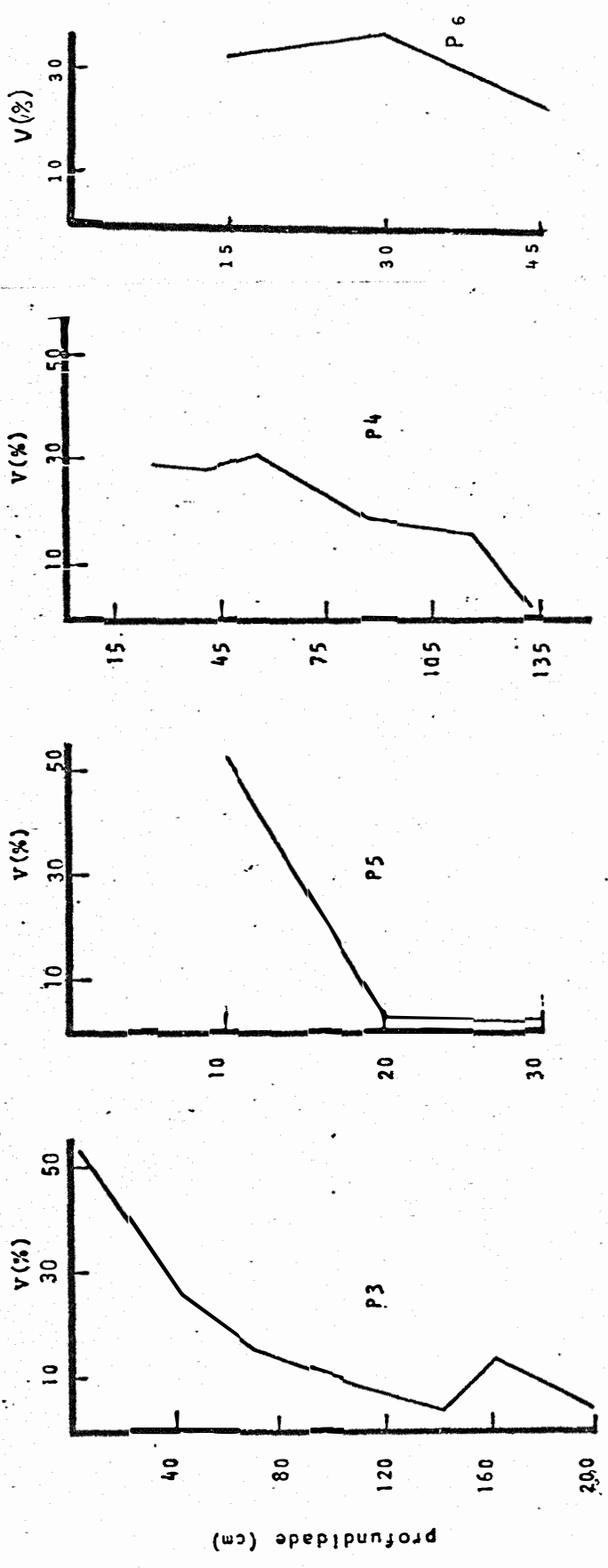


Fig. 13 - Distribuição da saturação em bases dos perfis de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba (P3 e P4) e respectivos Cambissolos (P5 e P6), com a profundidade.

6.4 - Mineralogia

a) Ferro, alumínio e manganês na fração do solo

Os conteúdos das duas formas de ferro, alumínio e manganês extraídos nos solos estudados, encontram-se nas Tabelas 7 (para os perfis da variação Marília) e 8 (para os da variação Piracicaba). A distribuição em profundidade, dos conteúdos de ferro e alumínio extraídos pelo ditionito, comparada com a da argila, está nas Figuras 14 e 15, para os solos da variação Marília e Piracicaba, respectivamente.

Do exame da Tabela 7 nota-se que as quantidades, tanto de ferro, como alumínio e manganês, extraídas pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio, são sensivelmente maiores que aquelas extraídas pelo oxalato, nos Pm1 - P1 e P2 e no Cambissolo P7.

Examinando-se os dados da Tabela 7 para o perfil P1, verifica-se que o ferro extraído pelo ditionito (Fe-d) de um modo geral, aumentou com a profundidade, fenômeno inverso ocorrendo com o extraído pelo oxalato (Fe-ox). Com base na premissa de que o Fe-ox é o amorfo, enquanto que o Fe-d engloba o amorfo e o cristalino, pode-se supor que aumenta o conteúdo do ferro cristalino com a profundidade e conseqüentemente, que diminui o do amorfo. Conclusão análoga pode ser tirada do exame desse ítem para o perfil P2 e o Cambissolo P7, se bem que as quantidades presentes neste último (de 1% a 2,1%), tenham sido bem superiores às dos perfis P1 e P2 (de 0,4% a

1,7%). Deduz-se pois que o Cambissolo P7 possui mais ferro cristalino que os perfis mais desenvolvidos. Analisando-se agora o comportamento do Fe-ox verificou-se que os perfis mais desenvolvidos apresentam teores maiores de ferro amorfo quando comparados com o Cambissolo, donde se supõe que durante o processo de desenvolvimento dos solos, existe o intemperismo das formas cristalinas de ferro que passam a amorfos. As relações de "Fe ativo", maiores nos perfis P1 e P2 em comparação com o P7, evidenciam o anteriormente discutido. Um outro fato a se notar quanto à extração do Fe-ox é que as quantidades apresentadas pelas amostras da rocha dos perfis P1 e P7 são bastante semelhantes. Além disso, a sequência relativamente uniforme dos dados sugere homogeneidade do material, fato já verificado também pelas análises anteriores. Verifica-se também que, as relações de argila : Fe-d permaneceram razoavelmente constantes com a profundidade. Esta relação implica em que existe uma íntima associação entre eles (DEMATTE, 1975). A Figura 12 evidencia que os conteúdos de Fe-d seguem de perto a curva do aumento do conteúdo de argila com a profundidade.

As quantidades de alumínio extraídas pelos métodos, tanto do ditionito como do oxalato, foram inferiores àquelas obtidas para o ferro, só que para o primeiro elemento, as quantidades das duas formas extraídas aumentaram com a profundidade. Os valores do alumínio extraído pelo ditionito (Al-d) oscilaram, na variação Marília, entre 0,04% e 0,3%, sendo superiores no Cambissolo P7 (de

0,07% a 0,5%). O exame do "Al ativo" mostra que os dados foram bem mais variáveis com a profundidade do que aqueles apresentados pelo "Fe ativo", podendo-se dizer no entanto, que as maiores quantidades de "Al ativo" concentram-se justamente no horizonte argílico, o que também é verificado pela variação do alumínio extraído pelo oxalato. Assim, supõe-se que nesse tipo de horizonte a atividade de intemperismo do alumínio cristalino para o amorfo é mais intensa que nos outros horizontes. Da mesma maneira que o ferro, o alumínio acompanha a distribuição da fração argila com a profundidade, como mostra a Figura 14.

O exame do comportamento dos óxidos de manganês frente aos dois diferentes extratores, evidencia a grande diferença que existe entre as duas formas: as quantidades de manganês amorfo são muito pequenas, tanto nos perfis P1 e P2 como no Cambissolo P7. Os valores um pouco maiores do manganês extraído pelo oxalato nos horizontes A dos perfis pode ser correlacionada com o maior conteúdo de matéria orgânica desses horizontes. Verifica-se também que, ambas as formas decresceram com a profundidade, concluindo-se pois que elas acompanham de modo direto o desenvolvimento do perfil. Segundo MOREIRA (1979), deve-se lembrar que as más condições de aeração nos horizontes mais inferiores não são favoráveis ao desenvolvimento de microorganismos que atuam sobre os compostos de manganês. Além disso, como observaram BLUME e SCHWERTMANN (1969), o fato de ser o manganês um nutriente para as plantas, além de participar do biociclo,

leva a esperar que haja acúmulo do mesmo pelos vegetais, enquanto que DROSDOFF e NIKIFOROFF (1940) sugeriram que a medida em que a água é evaporada ou tomada pelas plantas, a solução do solo se enriquece de manganês.

Os dados para ferro, alumínio e manganês dos perfis da variação Piracicaba, encontrados na Tabela 8, também mostram o predomínio das chamadas formas "livres" de ferro (extraído pelo ditionito) sobre as formas amorfas, sendo que os teores das primeiras variaram de 1,6% a 3,3% nos P3 e P4 e de 0,8% a 3,7% nos Cambissolos P5 e P6, valores estes menores que os encontrados por CARVALHO(1975) de 7%. Da mesma forma verificada nos perfis da variação Marília, o teor de ferro extraído pelo ditionito aumentou com a profundidade, aumentando então o conteúdo do ferro cristalino com a profundidade e diminuindo o de amorfo. Se bem que o Cambissolo P6 tenha apresentado o maior conteúdo de ferro extraído pelo ditionito ("livre") na amostra da R, não se verificaram, de modo geral, como nos perfis da variação Marília, quantidades maiores do que nos Cambissolos. Já para o ferro extraído pelo oxalato verifica-se que diminui com a profundidade, sendo que as relações de "Fe ativo" também comprovam esse fato. Deve-se notar no P3, o comportamento diferente da que foi chamada de "camada de agregados", pois que estando entre os sub horizontes C1 e C2, apresentou ferro amorfo em maior quantidade que os mesmos, fato também comprovado pelo "Fe ativo", cujo valor subiu

bruscamente nessa camada. Esses fatos corroboram para o esclarecimento de outras propriedades dessa camada, como a cor (vermelho 2,5 YR 5/6). Quando se examina o comportamento da relação da fração argila com o ferro extraído pelo ditonito, verifica-se que existem correlações com a quantidade de argila. As exceções à relativa homogeneidade da relação argila:Fe-d nos P3 e P4 é quebrada pelos Cambissolos, sendo que seus valores erráticos podem ser atribuídos a partículas de hematita ou nódulos ferruginosos na fração menor que 2 mm (DEMATTE, 1975), tendo a análise micromorfológica anotado-os em quantidade. Quando se tenta correlacionar a evolução do P5 para o P3 ou do P6 para o P4, não se encontram evidências lógicas, o que se pode atribuir à heterogeneidade desses perfis, fato já verificado em outras propriedades.

Também para esta variação Piracicaba, as quantidades de alumínio extraídas pelos métodos, tanto do ditonito como do oxalato, foram inferiores às aquelas obtidas para o ferro, verificando-se da mesma forma, que elas aumentam com a profundidade (constituiu exceção somente o Cambissolo P6). Os valores do alumínio extraído na variação Piracicaba oscilaram entre 0,3% e 0,8% e entre 0,2% a 0,6% nos Cambissolos P5 e P6. O exame do "Al ativo" nesses perfis revela que ele foi praticamente constante com a profundidade nos perfis mais desenvolvidos (P3 e P4), se não se considerar o horizonte Ap do P3, o qual devido a outras propriedades já foi suposto como um material depositado sobre o perfil. Agora, não foram possíveis cor-

relações com os Cambissolos, visto que no P5 e "Al ativo" aumenta ligeiramente com a profundidade, e no P6, este diminui bruscamente do A para o (B). A figura 15 já mostra que, de um modo geral, o alumínio extraído pelo ditonito, segue a curva de variação da argila com a profundidade.

Quanto ao comportamento dos óxidos de manganês extraídos pelo ditonito, verifica-se ser grande a variação dos mesmos com a profundidade, podendo-se dizer no entanto, que à maneira da variação Marília, eles também diminuem com a profundidade. Fato semelhante verifica-se com o extraído pelo oxalato, sendo seus valores inferiores àqueles apresentados pela extração com o ditonito, o que revela as quantidades bem menores das formas amorfas nos perfis, tendo resultados semelhantes sido obtidos por SCHWERTMANN (1969), DEMATTE (1975) e MOREIRA (1979). Assim como já visto anteriormente, as quantidades de manganês amorfo um pouco maiores nos horizontes A devem-se à presença da matéria orgânica, sendo válidas as mesmas argumentações feitas para a variação Marília.

Analisando-se os dados obtidos para os perfis das duas variações, conclui-se que, o conteúdo de ferro extraído pelo ditonito (ferro livre total) nos sete perfis, aumentou, de um modo geral, com a profundidade. Nota-se claramente, pelas Tabelas 7 e 8, as diferenças entre as quantidades apresentadas pelos dois tipos de solos: enquanto que nos perfis da variação Marília, as quantidades de ferro extraído pelo ditonito mantiveram-se na faixa de 0,7% a

1,5%, as da variação Piracicaba apresentaram como valor mais baixo, 0,9%, e mais alto o de 3,7% encontrado no horizonte R do P6.

DEMATTE (1975) relatou que, em solos que possuem horizonte argílico, a distribuição do ferro extraído pelo oxalato não é uniforme, mas que os valores mais altos estão no meio do solum, fato este que foi verificado para a variação Marília, mas não para a variação Piracicaba.

As quantidades relativas dos conteúdos de Fe e Al extraídos pelo oxalato são muito menores nos solos estudados do que naqueles relatados por McKEAGUE e DAY (1966) e McKEAGUE *et alii* (1971), semelhantes todavia aos relatados por DEMATTE (1975). Do exame das relações apresentadas nas Tabelas 7 e 8 verifica-se que os valores de "Fe e Al ativos" nos perfis da variação Marília são mais elevados que os apresentados pela variação Piracicaba, além de, de modo geral, decrescerem com a profundidade. Esta última característica mostra que as formas bem cristalizadas de ferro encontram-se nos horizontes inferiores (DEMATTE, 1975). Segundo FOLLET *et alii* (1965), evidencia também as grandes quantidades de ferro intemperizadas na superfície, e, segundo SCHWERTMANN (1968), o grau de retardamento na taxa de cristalização, de óxidos e hidróxidos de ferro em presença de matéria orgânica.

Segundo ALEXANDER (1970), confirmado por DEMATTE (1975), a correlação entre elevados conteúdos de ferro extraído pelo ditonito e baixas relações de "Fe ativo" são encontradas em so-

los altamente intemperizados, localizados em superfícies mais antigas. Supõe-se então, que a superfície em que foram locados os perfis da variação Piracicaba é mais antiga que aquela em que foram locados os perfis da variação Marília.

Tabela 7 - Fe, Al e Mn (mg/100g solo) extraídos pelos métodos do oxalato e do ditonito, na fração menor que 2 mm dos perfis de Solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília e Cambissolo correspondente; "Fe ativo"; "Al ativo"; "Al ativo", e relação argila:Fe extraído pelo ditonito (Fe-d).

HORIZONTE	PROFUN- DIDADE (cm)	Fe		Al		Mn		"Fe ativo" x 10 ³	"Al ativo" x 10 ³	Argila %	Argila Fe-d
		Oxalato	Ditio- nito	Oxalato	Ditio- nito	Oxalato	Ditio- nito				
		Pm1 - P1									
Ap	0-18	88,9	692,5	20,2	112,5	16,4	2100,0	128	180	6,5	9,4
B11	18-38	69,1	1080,0	24,3	225,0	5,4	1425,0	64	108	21,8	20,2
B12	38-50	71,6	1137,5	29,6	225,0	6,3	1087,5	63	132	25,4	22,3
B21t	50-93	72,1	1362,5	41,2	275,0	2,2	687,5	53	150	30,9	22,7
B22t	93-123	91,9	1282,5	43,0	237,5	1,6	600,0	72	181	29,6	23,1
B3	123-195	53,5	1085,0	29,1	187,5	1,1	487,5	49	155	24,8	22,9
R1	195-285	40,4	1055,0	19,6	200,0	0,4	262,5	38	98	6,5	6,2
R2	285-410+	36,9	1317,5	13,8	225,0	0,1	375,0	28	61	36,0	2,7
		Pm1 - P2									
Ap	0-18	60,2	382,5	8,6	37,5	7,8	1287,5	157	229	5,0	13,1
A2	18-38	44,2	375,0	9,0	50,0	9,2	1625,0	118	180	7,2	19,2
A3	38-53	79,3	785,0	14,4	50,0	7,1	1400,0	101	288	8,1	10,3
B1	53-68	75,9	935,0	19,8	87,5	5,5	1175,0	81	226	13,6	14,6
B21t	68-97	72,6	1755,0	20,7	275,0	1,3	762,5	41	75	30,5	17,4
B22t	97-132	37,9	1590,0	12,1	287,5	0,6	575,0	24	42	32,0	20,1
B3	132-182+	27,6	1477,5	11,6	262,5	0,6	375,0	19	44	26,2	17,7
		Cambissolo - P7									
Ap	0-15	40,4	1025,0	12,2	143,0	15,1	1931,0	39	85	10,6	10,3
A2	15-45	55,3	1019,0	27,1	99,0	2,8	1677,0	54	274	10,4	10,2
B1	45-62	30,5	2011,0	11,7	67,0	8,8	651,0	15	175	26,9	13,4
(B2)	62-89	66,9	2143,0	34,2	486,0	0,8	366,0	31	70	35,0	16,3
R1	89-110	47,6	2066,0	33,4	284,0	0,2	254,0	23	118	19,9	9,6
R2	110-133+	37,6	1847,0	39,4	453,0	0,5	264,0	20	87	19,6	10,6

Tabela 8 - Fe, Al e Mn (mg/100g solo) extraídos pelos métodos do oxalato e do ditonito, na fração menor que 2 mm dos perfis de Podzólico Vermelho amarelo - variação Piracibá (P3 e P4) e seus respectivos Cambissolos (P5 e P6), "Fe ativo", "Al ativo" e relação argila:Ferro extraído pelo ditonito (Fe-d).

HORIZONTE	PROFUN- DIDADE (cm)	Fe		Al		Mn		"Fe ativo" x 10 ³	"Al ativo" x 10 ³	Argila %	Argila Fe-d
		Oxalato	Ditio- nito	Oxalato	Ditio- nito	Oxalato	Ditio- nito				
<u>Pvp - P3</u>											
Ap	0-7	283,0	1627,5	24,6	275,0	6,4	762,5	174	89	34,4	21,1
B21t	7-42	139,1	2522,5	25,0	437,5	1,4	500,0	55	57	42,4	16,8
B22t	42-70	139,6	3235,0	42,6	762,5	0,7	275,0	43	56	56,2	17,4
B23t	70-110	110,6	3037,5	40,9	687,5	0,6	212,5	36	59	55,1	18,1
C1	110-142	113,3	3110,0	41,0	700,0	0,9	300,0	36	59	55,8	17,9
Cam.agreg.	142-160	312,0	2750,0	53,9	462,5	0,1	650,0	113	117	57,8	21,0
C2	160-185+	108,6	3152,5	35,7	775,0	0,8	275,0	34	46	55,9	17,7
<u>Cambissolo - P5</u>											
A	0-10	104,6	1855,0	23,0	325,0	4,2	1000,0	56	71	35,7	19,2
(B)	10-20	181,5	2135,0	25,8	300,0	0,9	450,0	85	86	48,2	22,6
R	20+	82,9	1512,5	33,2	337,5	0,3	437,5	55	98	48,0	31,7
<u>Pvp - P4</u>											
Ap	0-26	155,2	3355,0	18,1	400,0	9,5	2000,0	46	45	27,2	8,1
B1t	26-39	105,2	2505,0	24,8	587,5	3,4	925,0	42	42	40,0	16,0
B21t	39-54	108,8	2625,0	28,0	687,5	1,5	737,5	41	41	52,2	19,9
B22t	54-87	116,6	2937,5	32,1	750,0	1,0	625,0	40	43	51,2	17,4
B23t	87-116	85,8	2622,5	31,6	750,0	0,8	625,0	33	42	54,4	20,7
B3	116-147+	133,0	2855,0	42,4	650,0	2,7	1100,0	47	65	53,5	18,7
<u>Cambissolo - P6</u>											
A	0-15	190,7	920,0	100,4	237,5	19,5	2437,5	207	423	17,2	9,3
(B)	15-30	194,8	1852,5	18,4	350,0	5,8	1012,5	105	53	27,5	7,4
R	30+	282,0	3705,0	33,3	600,0	0,8	437,5	76	56	49,2	53,5

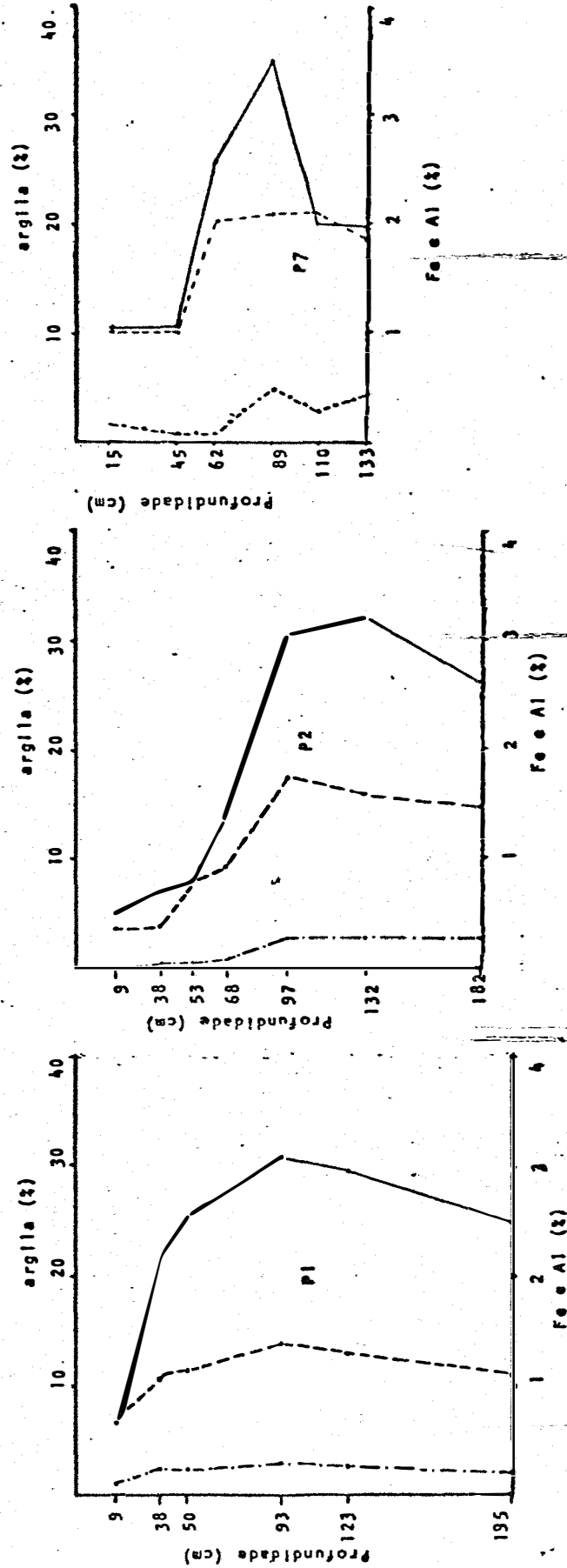


Fig. 14. Distribuição, com a profundidade, da argila e dos óxidos de ferro e alumínio extraídos pelo método do ditonito-citrato-bicarbonato de sódio, nos perfis P1 e P2 (Pm1) e cam-bissolo correspondente (P7).

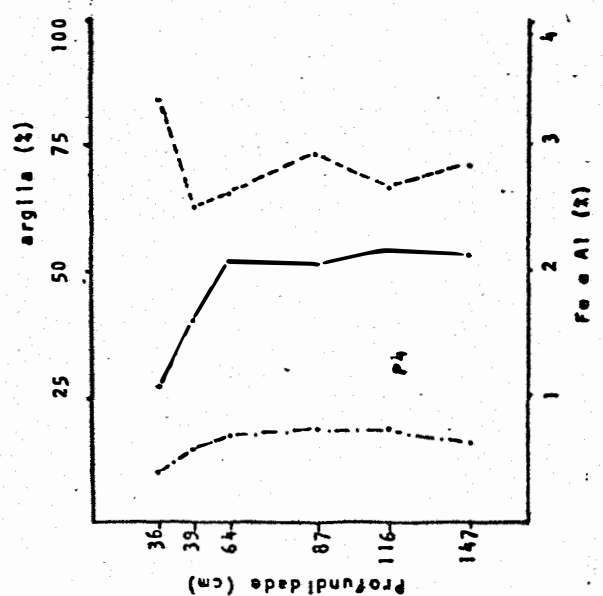
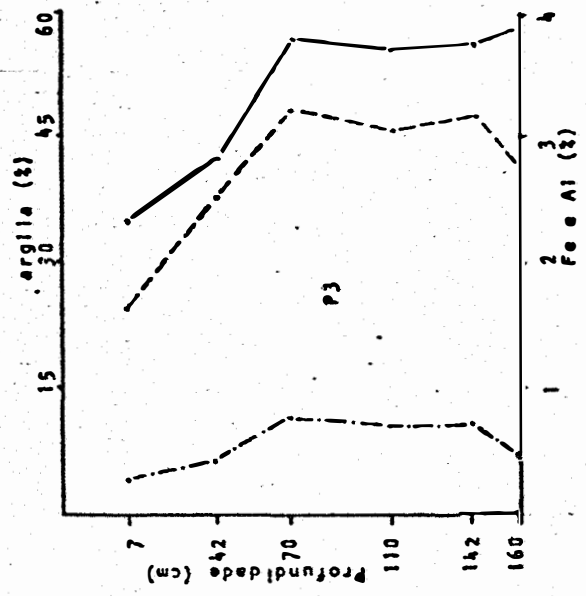
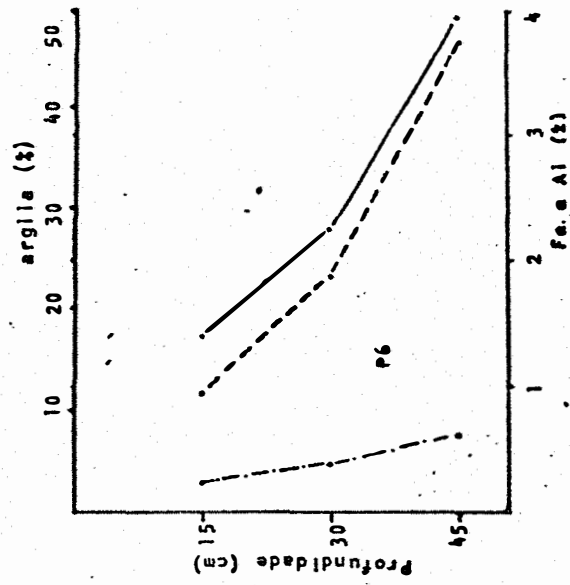
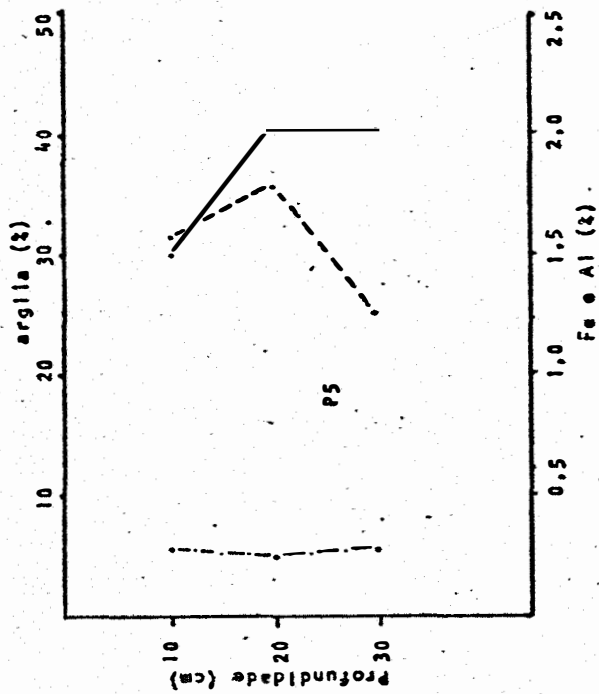


Fig. 15. Distribuição, com a profundidade, da argila e dos óxidos de ferro e alumínio extraídos pelo método do ditonito-citrato-bicarbonato de sódio, nos perfis P3 e P4 (Pvp) e respectivos cambissolos (P5 e P6).

b) Mineralogia da fração areia fina

A frequência dos minerais pesados na subfração areia fina dos perfis da variação Marília encontra-se na Tabela 9 e a dos perfis da variação Piracicaba na 10.

No perfil P1 (Tabela 9) nota-se que dentre os minerais pesados, zirconita e turmalina foram os dominantes, tendo a estaurolita aparecido em seguida. Nota-se que, enquanto as zirconitas diminuíram com a profundidade, as turmalinas foram aumentando, enquanto as estaurolitas permaneceram razoavelmente constantes.

Já o perfil P2 não mostrou as mesmas características, como se vê na Tabela 9, visto que tanto zirconita como turmalina ou estaurolita permaneceram constantes com a profundidade.

O Cambissolo P7 mostrou que as zirconitas foram aumentando em porcentagem à medida que se chegava mais perto da rocha, o que está em consonância com METALSKI e TURK (1947), para sofrerem brusca diminuição nas amostras da mesma, fato inverso ocorrendo com a turmalina.

A Tabela 10 mostra que, nos perfis da variação Piracicaba, também as zirconitas, turmalinas e estaurolitas foram os minerais pesados dominantes. Nota-se ainda que nestes perfis os rutílos apareceram em porcentagem maior que nos perfis da variação Marília. O aumento da quantidade de zirconitas com a profundidade foi observado nos dois perfis desta variação.

No Cambissolo P5 nota-se que as porcentagens de zirconitas foram semelhantes às do P3, enquanto que as das turmalinas foram maiores.

Junto com os minerais transparentes identificados nos perfis, foram contados também os opacos, cuja porcentagem em relação a todos os grânulos contados na lâmina, coloca-os como os dominantes na fração pesada, como se vê nas Tabelas 9 e 10.

A relação zirconita:turmalina pode ser usada como um índice da homogeneidade do perfil (BREWER, 1976). Os resultados de tal relação estão apresentados nas Tabelas 9 e 10. Nota-se na variação Piracicaba, que esses valores oscilam bastante, demonstrando a heterogeneidade do material de origem desses solos. Com relação à variação Marília tais dados foram mais homogêneos.

O mineral dominante da fração leve nas amostras da variação Marília foi o quartzo, podendo-se dizer que o mesmo constituiu quase que a totalidade dos minerais leves. No perfil P1 notou-se que os grânulos eram angulares e alguns subarredondados. Aliados ao quartzo foram identificados os feldspatos, que apareceram em traços nos horizontes superiores, aumentando levemente com a profundidade. Já no perfil P2 verificou-se que o aparecimento dos feldspatos começou já no horizonte A2, aumentando além disso com a profundidade, tendo sido identificadas também micas, mas em proporção menor que a dos feldspatos. No Cambissolo P7 a presença de feldspatos ocorreu ao longo do perfil, aumentando sensivelmente com a profundi

dade. As observações anteriores levam a crer que os feldspatos são oriundos do arenito, desaparecendo pois com os processos de intemperismo, sendo que sua presença ainda na fração silte e ausência na fração argila corroboram tal hipótese. A presença deste mineral facilmente intemperizável nas frações areia e silte faz crer que os solos da variação Marília são ainda relativamente jovens, o que está de acordo com PENTEADO e RANZANI (1973). A concentração deste mineral no Cambissolo e seu decréscimo nos solos mais desenvolvidos, sugere a ação do intemperismo.

A mineralogia da areia fina dos perfis da variação Piracicaba mostrou-se semelhante à da variação Marília, mas havendo diferenças quanto à proporção dos minerais. O quartzo apresentou-se também como o mineral dominante, em grânulos angulares. Os feldspatos estiveram presentes mas em menor proporção. A quantidade de micas, se bem que pequena, foi em maior quantidade que na variação Marília, aumentando em profundidade.

Os Cambissolos da variação Piracicaba apresentaram mineralogia (na fração areia) semelhante à dos perfis mais desenvolvidos, só que acrescida das presenças de agregados terrígenos e fragmentos do folhelho em grandes quantidades.

Consequentemente, a mica observada na fração argila dos perfis da variação Piracicaba parece ter sido herdada da fração areia e consequentemente a vermiculita provavelmente foi fruto do intemperismo da mica.

Tabela 9 - Frequência observada e em porcentagem, dos minerais pesados da fração areia fina (2-0,2 mm) dos perfis de Solos Podzolizados de Lins e Marília - variação Marília e Cambissolo correspondente (P7) e dos minerais opacos, e, índice zirconita/turmalina (Z/T).

HORIZONTE	PROFUN- DIDADE (cm)	Zirco- nitas		Turma- linas		Estauro- litas		Rutilos		Cianitas		Sillima- nitas		Total (trans- paren- tes)		Opacos		Total transp. Z/T +opacos	
		obs	%	obs	%	obs	%	obs	%	obs	%	obs	%	obs	%	obs	%		
<u>Pml - P1</u>																			
AP	0-18	31	61	08	16	07	14	03	6	02	4	-	51	619	92	670	3,9		
B11	18-38	38	48	25	31	09	11	02	2	04	5	02	80	607	88	687	1,5		
B12	38-50	33	23	79	56	19	13	07	5	03	2	-	140	668	87	809	0,4		
B21t	50-93	23	31	30	40	12	16	03	4	03	4	03	74	459	86	533	0,8		
B22t	93-123	22	29	32	42	13	17	08	10	01	1	-	76	672	90	748	0,7		
B3	123-195	32	32	36	36	15	15	05	5	10	10	02	100	540	84	640	0,9		
R1	195-285	30	38	34	44	10	13	01	1	02	2	01	78	367	82	445	0,9		
R2	285-410	22	17	77	59	13	10	04	3	07	5	07	130	489	79	619	0,3		
<u>Pml - P2</u>																			
Ap	0-18	25	25	57	57	13	13	02	2	02	2	01	100	493	83	593	0,4		
A2	18-38	18	27	38	58	03	4	02	3	03	4	02	66	289	81	355	0,5		
A3	38-53	14	27	30	58	07	13	-	-	-	-	01	52	237	82	289	0,5		
B1	53-68	11	28	21	52	07	18	01	2	-	-	-	40	308	88	348	0,5		
B21t	68-97	09	30	14	47	01	3	01	3	02	7	03	30	228	88	258	0,6		
B22t	97-132	09	26	22	63	04	11	-	-	-	-	-	35	311	90	346	0,4		
B23t	132-182+	06	21	15	52	04	14	02	7	02	7	-	29	332	16	346	0,4		
<u>Cambissolo - P7</u>																			
AP	0-15	65	39	55	33	17	10	13	8	14	8	03	2	167	78	778	1,2		
A2	15-45	57	41	50	36	07	5	15	11	10	7	-	139	497	78	636	1,1		
B1	45-62	39	48	22	27	07	9	08	10	03	4	02	2	81	416	497	1,8		
(B2)	62-89	46	55	19	23	07	8	09	11	-	-	03	4	84	450	84	534	2,4	
R1	89-110	27	32	30	36	05	6	07	8	14	17	-	83	289	78	372	0,9		
R2	110-133+	108	35	125	40	17	6	27	9	31	10	-	308	1154	79	1462	0,9		

Tabela 10 - Frequência observada e em porcentagem, dos minerais pesados da fração areia fina (2-0,2 mm) dos perfis de Podzólito Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, e respectivos Cambissolos, e dos minerais opacos, e, índice de zirconita/turmalina (Z/T).

HORIZONTE	PROFUNDIDADE (cm)	Zirconitas		Turmalinas		Estaurilitas		Rutilos		Cianitas		Total (trans+opacos)		Total transp. Z/T		
		obs	%	obs	%	obs	%	obs	%	obs	%	obs	%			
<u>PVp - P3</u>																
Ap	0-7	10	32	08	26	06	19	06	19	01	3	31	253	89	284	1,2
B21t	7-42	04	50	02	25	01	12	-	-	01	12	8	48	86	56	2,0
B22t	42-70	27	45	18	30	12	20	01	2	02	3	60	340	85	400	1,5
B23t	70-110	31	76	03	7	06	15	01	2	-	-	41	159	78	200	10,0
C1	110-142	05	42	02	17	02	17	02	17	01	8	12	43	66	65	2,5
Cam.agreg.	142-160	17	77	02	9	01	4	02	9	-	-	22	204	92	226	4,0
C2	160-185+	60	71	15	18	04	5	05	6	-	-	84	309	78	393	8,5
<u>Cambissolo - P5</u>																
Ap	0-10	24	52	12	26	07	15	03	6	-	-	46	260	85	306	2,0
(B)	10-20	24	39	19	31	07	11	11	18	-	-	61	237	80	297	1,3
R	20+	05	45	04	36	-	-	01	9	01	9	11	41	79	52	1,2
<u>PVp - P4</u>																
Ap	0-26	16	38	13	31	09	21	04	10	-	-	42	278	87	320	1,2
B1t	26-39	15	52	09	31	05	17	-	-	-	-	29	116	80	145	1,7
B21t	39-54	21	40	14	26	08	15	07	13	03	6	53	177	77	230	1,5
B22t	54-87	29	50	07	12	15	26	07	12	-	-	58	397	87	455	4,1
B23t	87-116	80	66	16	13	11	9	15	12	-	-	122	717	85	839	5,0
B3	116-147+	53	66	10	12	10	12	06	8	01	1	80	368	82	448	5,3
<u>Cambissolo - P6</u>																
Ap	0-15	48	48	30	30	12	12	09	9	-	-	99	487	83	586	1,6
(B)	15-30	130	67	18	9	15	8	32	16	-	-	195	615	76	810	7,2
R	30+	52	61	15	18	05	6	13	15	-	-	85	425	83	510	3,5

c) Mineralogia da fração silte

As Figuras 16 a 22 correspondem aos difratogramas obtidos para os horizontes dos perfis em estudo.

Analisando-se a Figura 16, que mostra os difratogramas para o perfil P1, nota-se a homogeneidade deste em todo o perfil: quartzo, mica, caolinita, feldspato e minerais interestratificados. No horizonte Ap foi anotada a palygorskita, identificada pelos picos a 10,27 Å, 4,41 Å e 2,03 Å, e não observada no outro perfil da variação, e nem no Cambissolo correspondente.

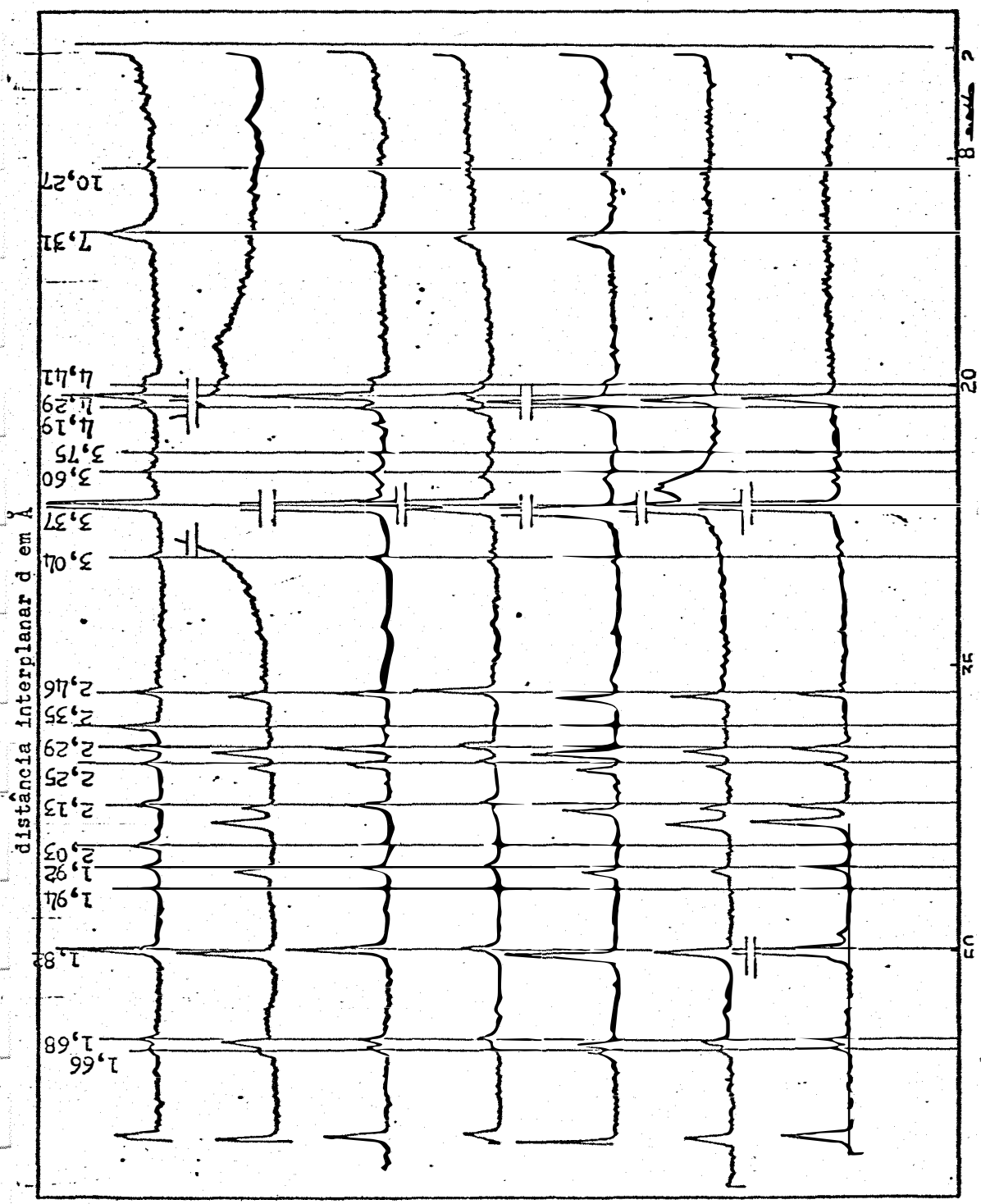
O perfil P2, Figura 17, apresenta mineralogia semelhante, não tendo sido identificados nem a palygorskita e nem o feldspato.

O Cambissolo apresentou mineralogia semelhante à dos perfis mais desenvolvidos (Figura 18).

Na Figura 19, correspondente aos difratogramas do P3, vê-se que a mineralogia de sua fração silte é bem uniforme em todo o perfil, sendo constituída de quartzo, mica e minerais interestratificados. Já a camada de agregados que aparece à profundidade de 150 cm apresentou somente o quartzo, e no Cambissolo correspondente ao P3 (P5; Figura 20), esse mineral somente foi identificado na amostra da rocha, aparecendo interestratificados, mica e feldspato no horizonte Ap.

Mineralogia semelhante na fração silte apresentou o perfil P4, cuja principal diferença com o P3 é a presença de caolinita em todo o perfil (Figura 21). O Cambissolo a ele correspondente, o P6, apresentou interestratificados no horizonte Ap, feldspato e quartzo no (B) e quartzo, mica e interestratificados no C (Figura 22).

De uma maneira geral a fração silte de todos os perfis estudados evidencia a predominância de quartzo. Os feldspatos geralmente estão associados com os solos da variação Marília, o que vem evidenciar um intemperismo menos agressivo naqueles solos. Por outro lado, pequena quantidade de caolinita, mica e minerais interestratificados foram identificadas em quase todas as amostras.



grau 2 θ

Fig. 16 - Difratogramas dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm), do perfil P1 (Pm1).

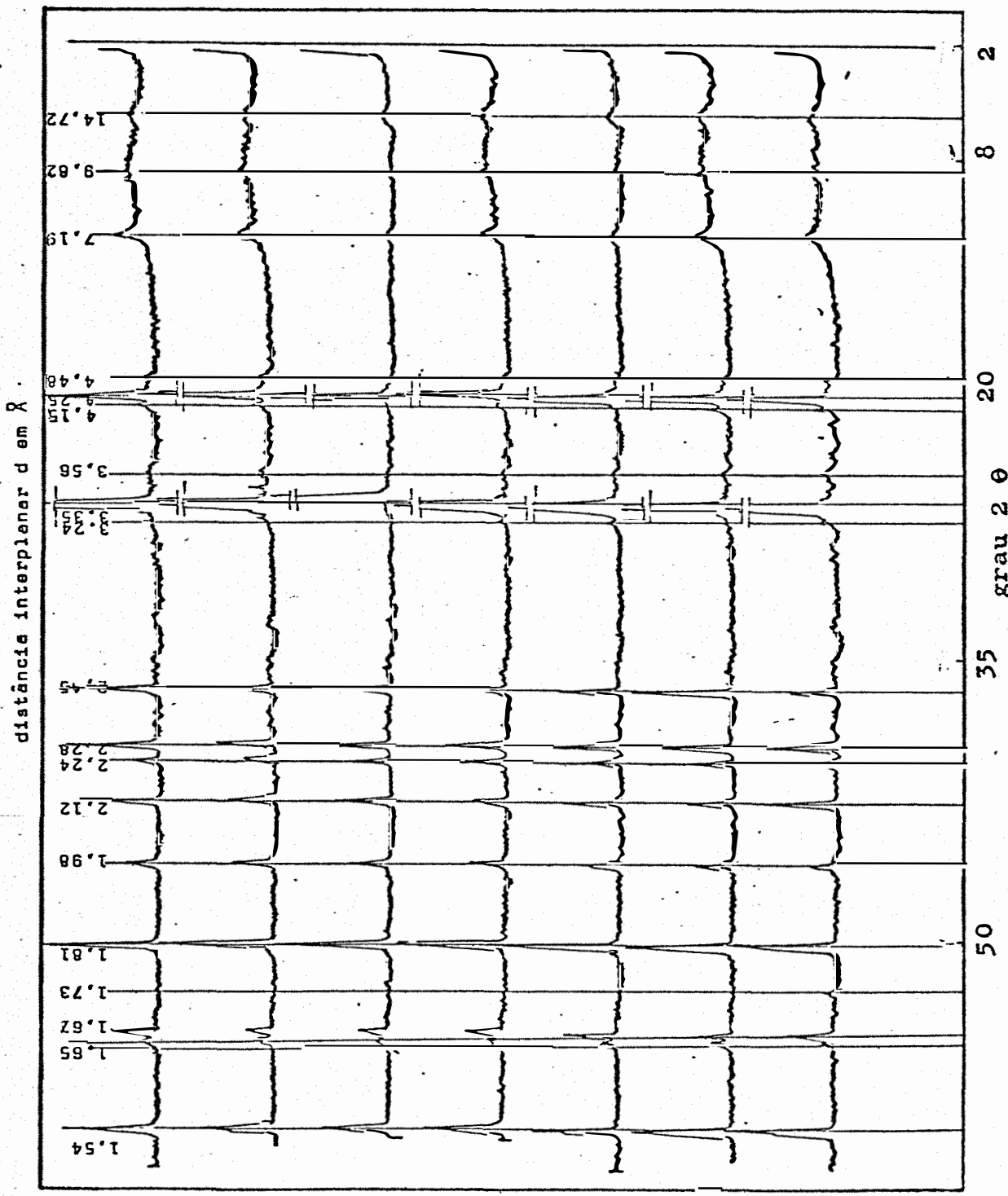


Fig. 17 - Difratogramas dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm) do perfil P2 (Pm1).

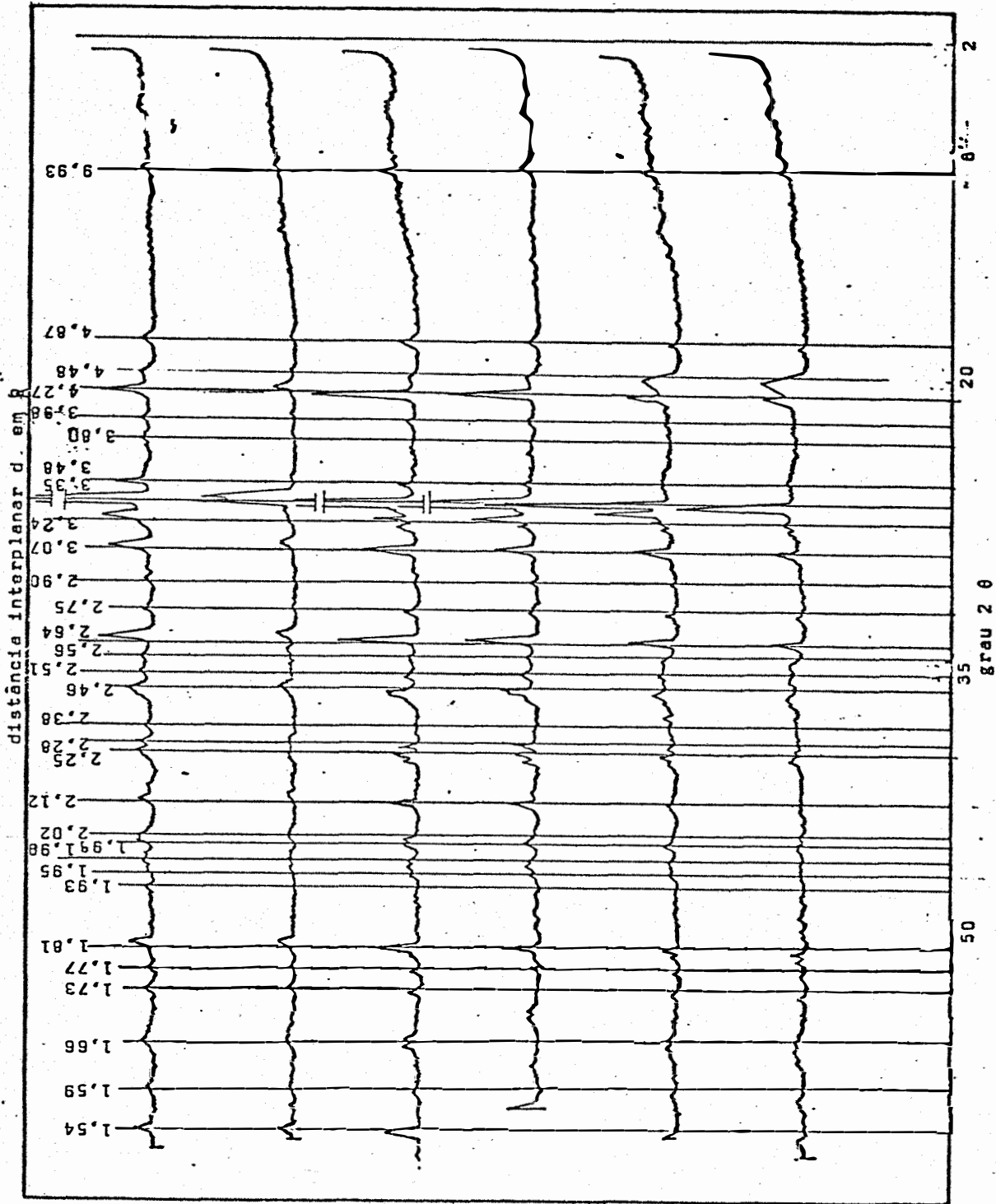


Fig. 18 - Difratoogramas dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm), do perfil P7 (Cambissolo).

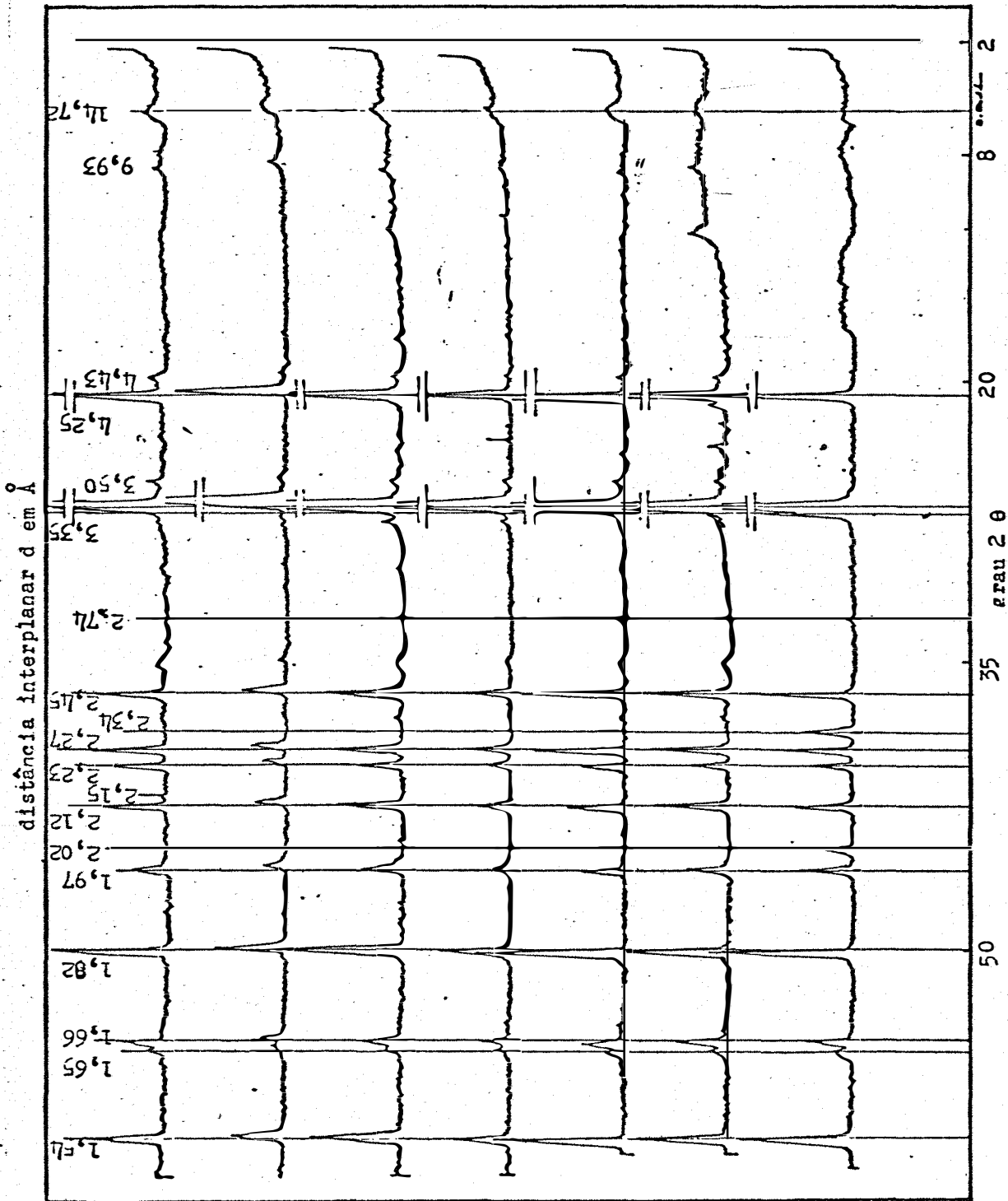


Fig. 19 - Difratogramas dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm), do perfil P3 (PVP).

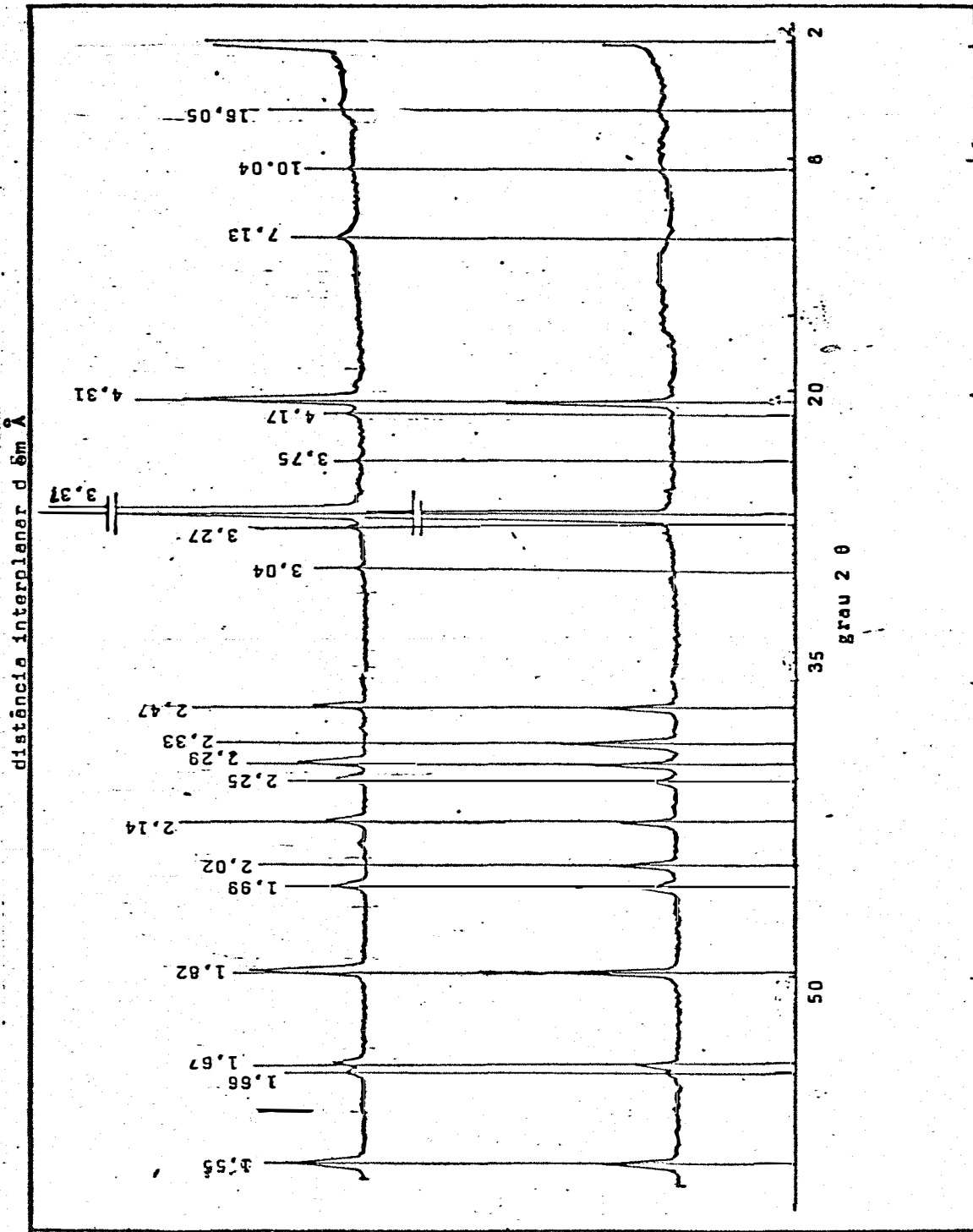


Fig. 20 - Difratoagrama dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm), do perfil P5 (Cambissolo).

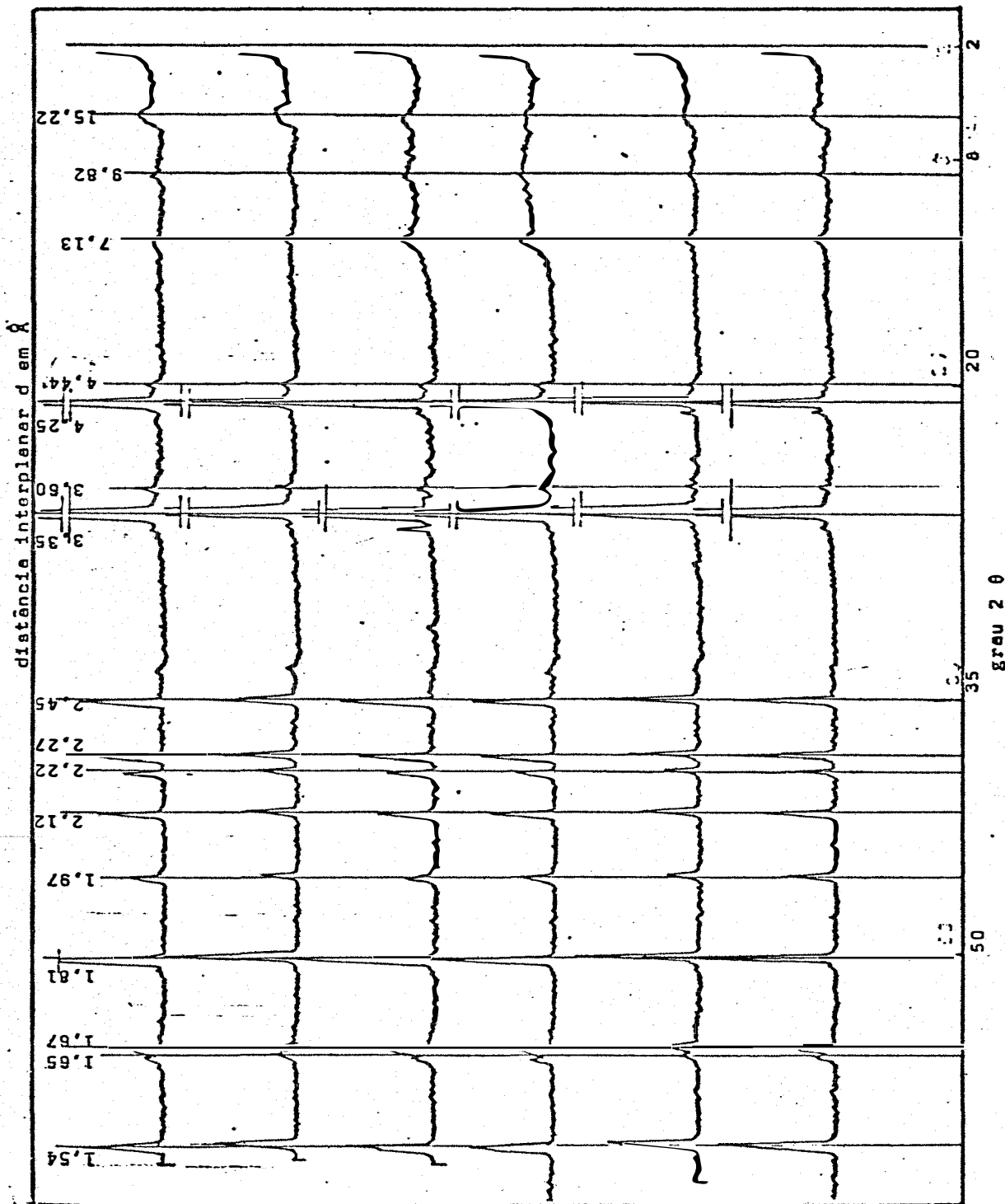


Fig. 21 - Difratoagrama dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm), do perfil P4 (PVP).

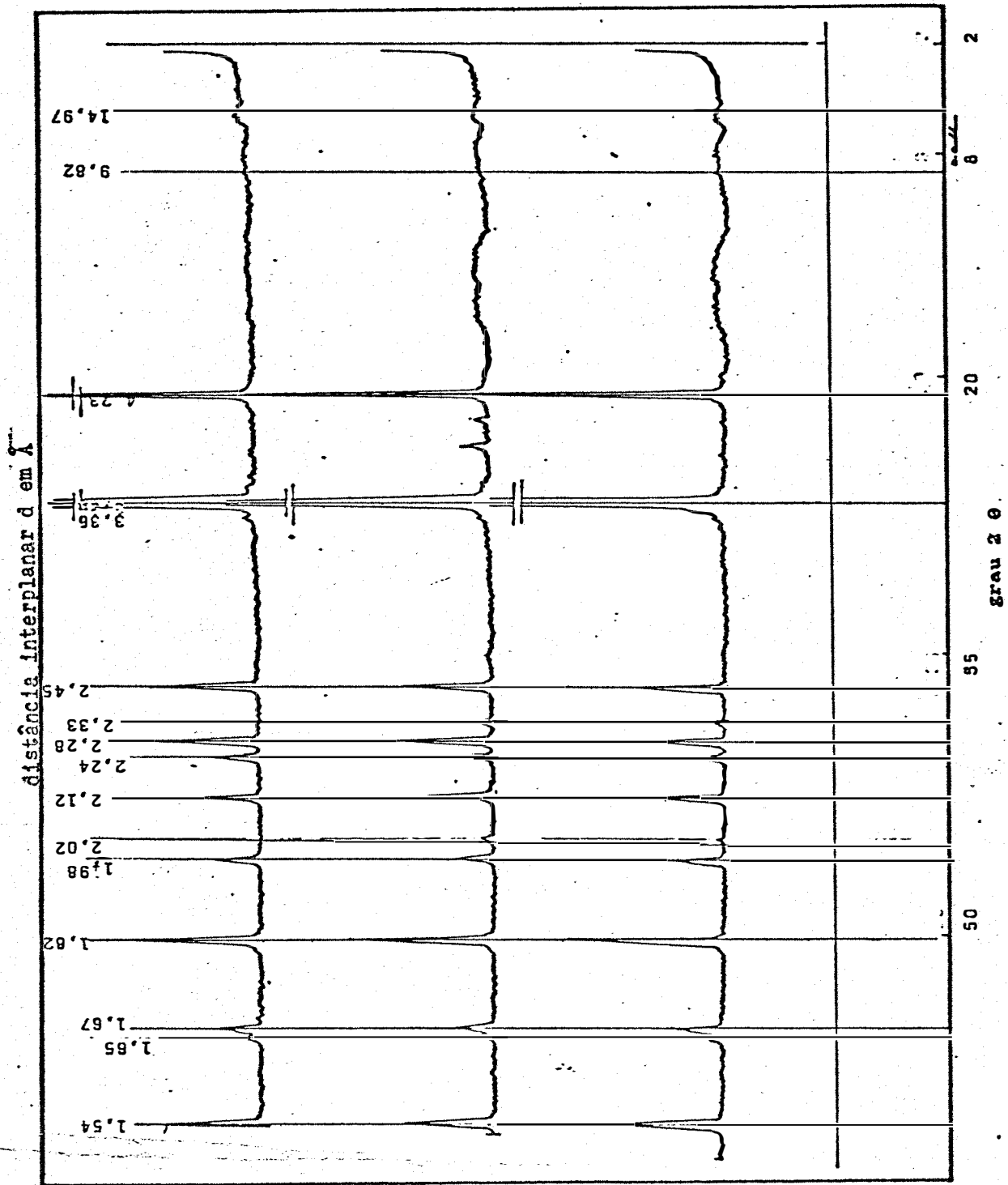


Fig. 22 - Difratoگرام dos raios X da fração silte (0,05-0,002mm), do perfil P6 (Cambissolo).

d) Mineralogia da fração argila

Nas Figuras 23 a 44 estão apresentados os difratogramas de horizontes selecionados, com os diferentes tratamentos levados a efeito, bem como os difratogramas dos perfis como um todo.

O exame dos difratogramas do perfil P1 (Figuras 23, 24 e 25) revela que o mineral de argila dominante é a caolinita, aparecendo também mica, gibbsita e vermiculita. MONIZ e CARVALHO(1973), trabalhando com solos da variação Marília, não encontraram a gibbsita, mas caolinita, mica e vermiculita. Já LEPSCH *et alii* (1977), estudando solos da variação Marília no município de Echaporã, SP, encontraram a gibbsita somente em pequenas quantidades, constatando também as presenças de caolinita, mica, clorita, interestratificados e montmorillonita.

Já os difratogramas dos perfis P2 e P7 (Figuras 26 a 31) revelam mineralogia semelhante, com exceção dos interestratificados, que não foram observados.

Um exame dos difratogramas dos solos da variação Marília (Figuras 23 a 31) evidencia que, praticamente todos os minerais presentes no solo foram herdados da rocha, inclusive a gibbsita, o que vem evidenciar a homogeneidade deste solo com relação ao material originário. A afirmativa de KALPAGÉ *et alii* (1963) de que a gibbsita é um indicador real do avançado intemperismo pedogênico é pois falha, visto que nestes solos ela já foi encontrada no material de origem. Os picos de caolinita para a rocha (Figuras 25 a 31) demons-

tram que existe diferença de cristalinidade desse mineral dentro da rocha de origem dos solos: no cambissolo (P7) ela é menos cristalizada que a do perfil P1, fato também verificado por LEPSCH *et alii* (1977).

A mineralogia dos perfis bem desenvolvidos da variação Piracicaba (P3 e P4), foi constituída de caolinita, mica (com picos bastante intensos), minerais interestratificados, vermiculita e quartzo, como se vê pelas Figuras 32 a 35 (P3) e 39 a 41 (P4). DEMATTÊ *et alii* (1977) encontraram caolinita, mica, vermiculita e montmorillonita, tendo a gibbsita sido identificada somente em horizontes superficiais da série Jibôia (PVp). Já CARVALHO (1975) encontrou também em solos da variação Piracicaba, caolinita, gibbsita, illita e vermiculita, enquanto SOUZA e DEMATTÊ (1979), estudando os aspectos relacionados entre os solos e a paisagem na região de Itacemópolis, Piracicaba, encontraram principalmente minerais de grade 2:1 (mica, vermiculita e montmorillonita), além de caolinita e gibbsita, a qual os autores concluíram ser formada pela dessilicatização da caolinita. LEPSCH (1975) relata que a preservação da mica e vermiculita neste tipo de solo é também sugerida pelo aumento na saturação em bases (fato já verificado quando se examinou as propriedades químicas do PVp), devida provavelmente à migração lateral das águas sub-superficiais e pela baixa porosidade do material, condições estas que sugerem um contato mais longo da água de percolação no solo e

concentrações de sílica mais elevadas, que aumentariam a estabilidade da mica e da vermiculita.

No exame dos difratogramas do Cambissolo P5 (Figuras 36 a 38) nota-se que os minerais presentes foram as micas, caolinita e quartzo, e que a caolinita só se fez presente do horizonte (B) para cima, sugerindo pois ser formada pelo intemperismo da mica (Figura 39).

Já o Cambissolo P6 apresentou-se constituído de mica e quartzo (Figuras 42 a 44). Em virtude da semelhança dos horizontes com a rocha, vê-se que o perfil é pouco desenvolvido e o é menos que o Cambissolo P5, pois esse já apresentou caolinita no horizonte Ap.

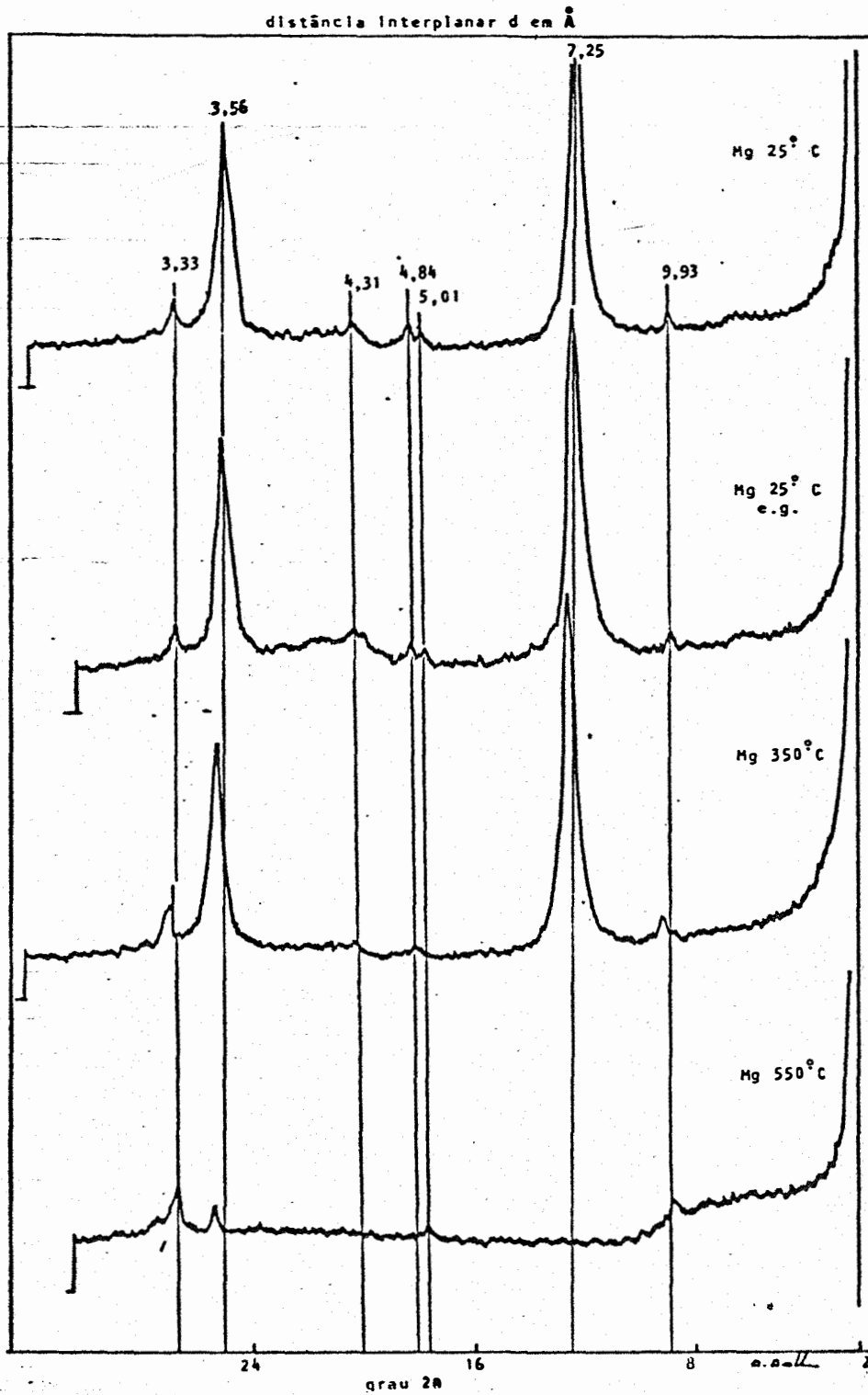


Fig. 23 - Difratogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte Ap do perfil P1 (Pm1).

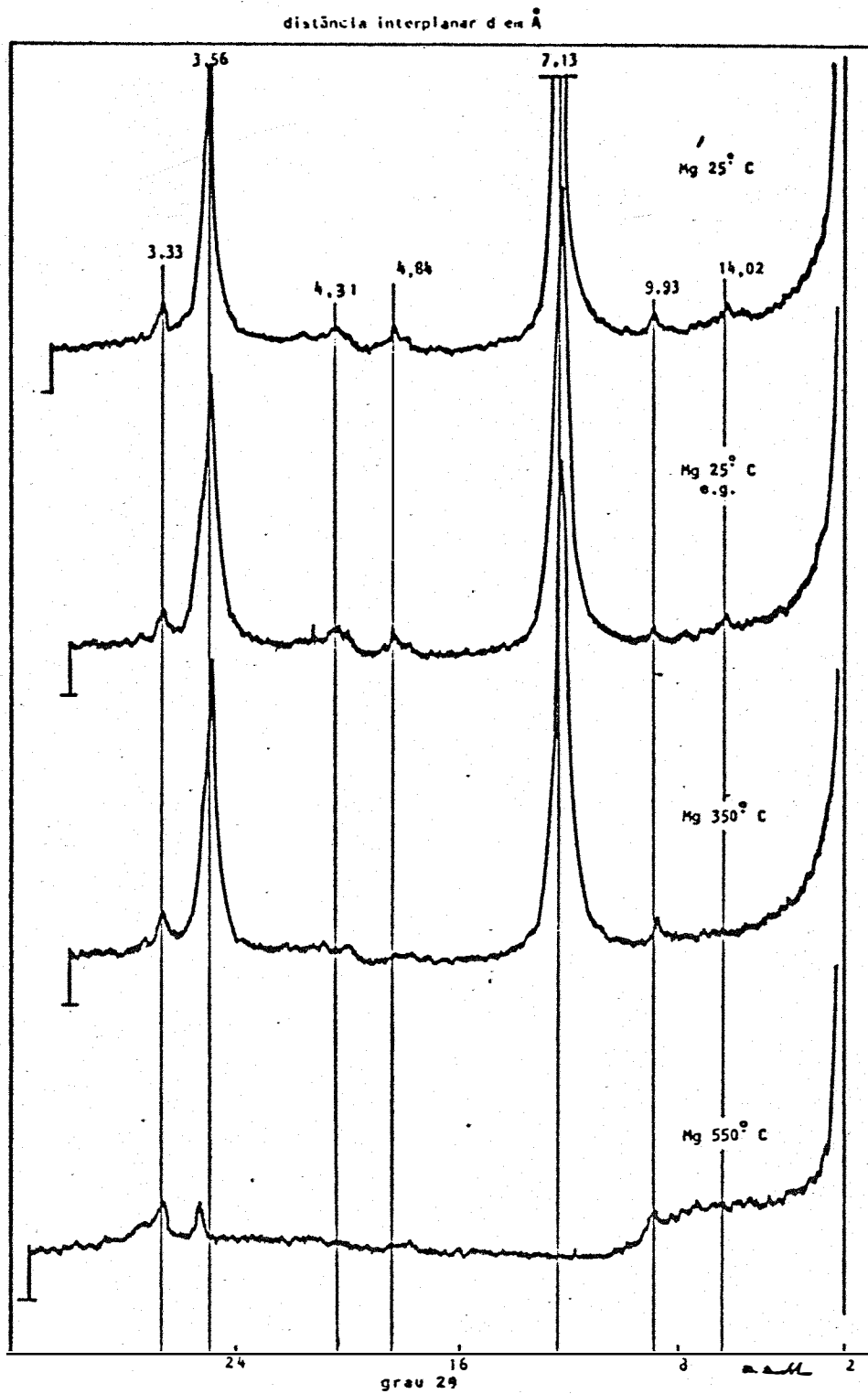


Fig. 24 - Difractogramas dos raios X da fração argila (menor 2 μ), do horizonte B2lt do perfil P1 (Pml).

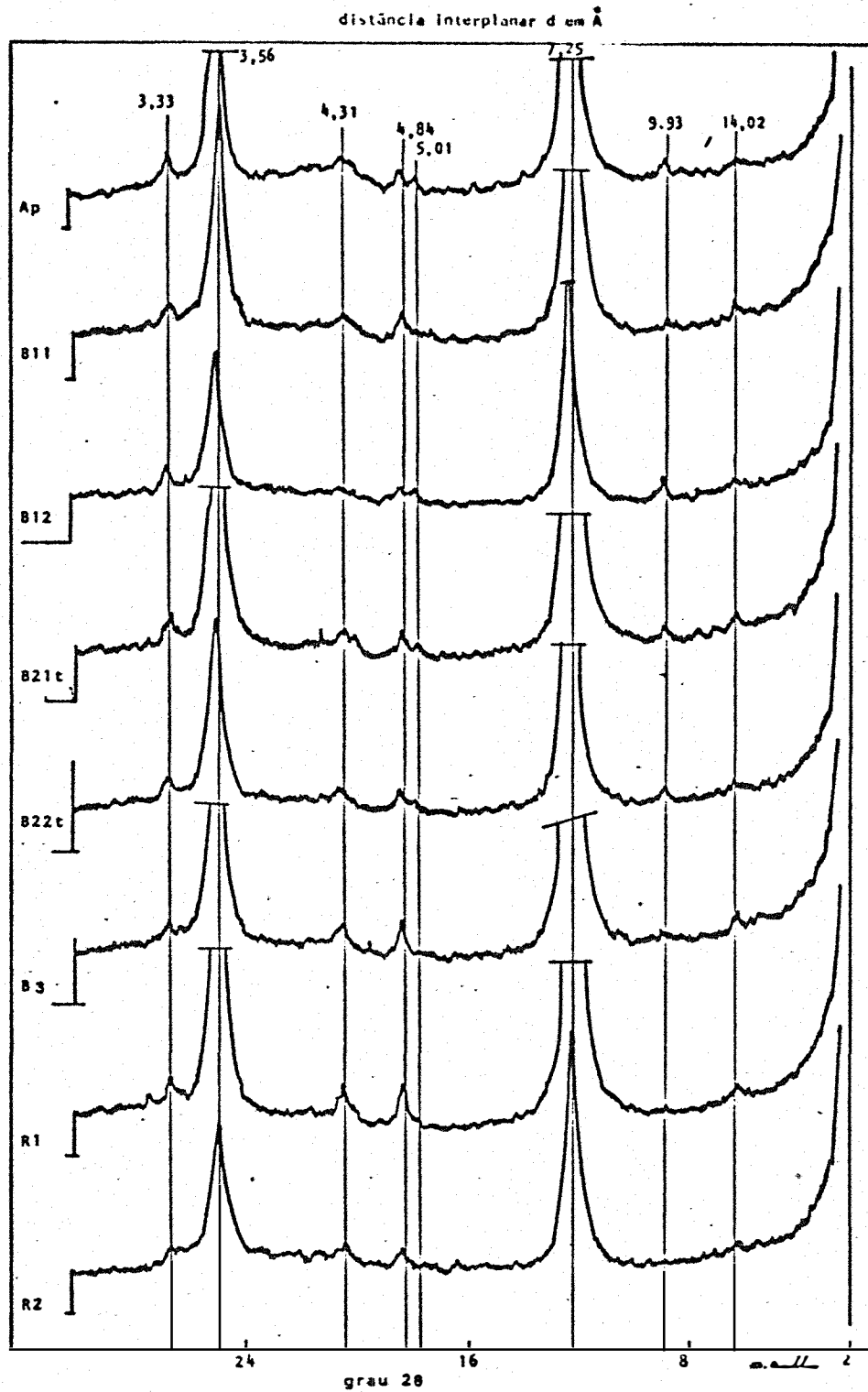


Fig. 25 - Difratogramas dos raios X da fração argila (menor 2 μ), do perfil P1 (Pm1); lâminas solvatadas com etileno glicol, a 25°C.

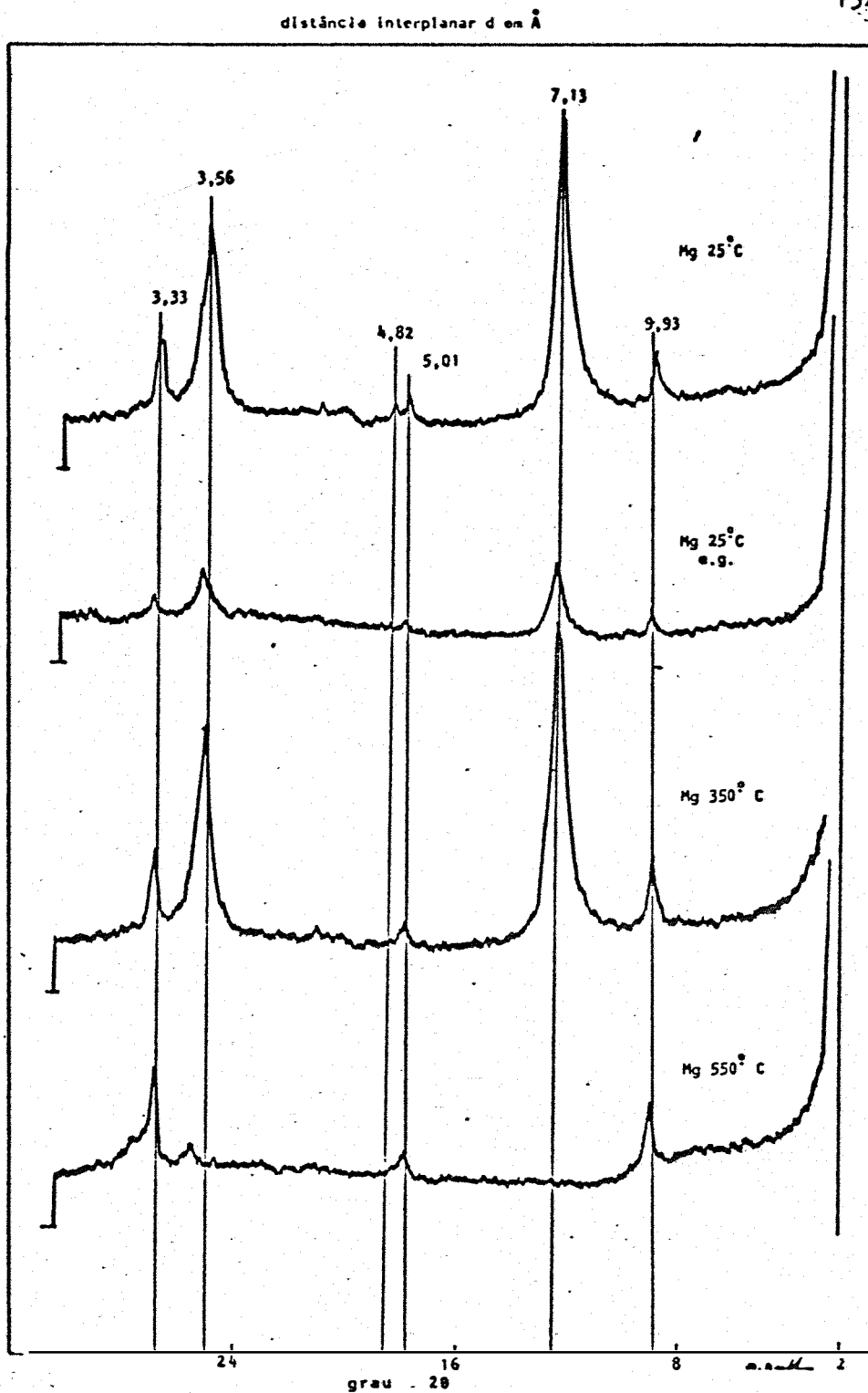


Fig. 26 - Difratogramas dos raios X da fração argila (menor 2 μ), do horizonte Ap do perfil P2 (Pm1).

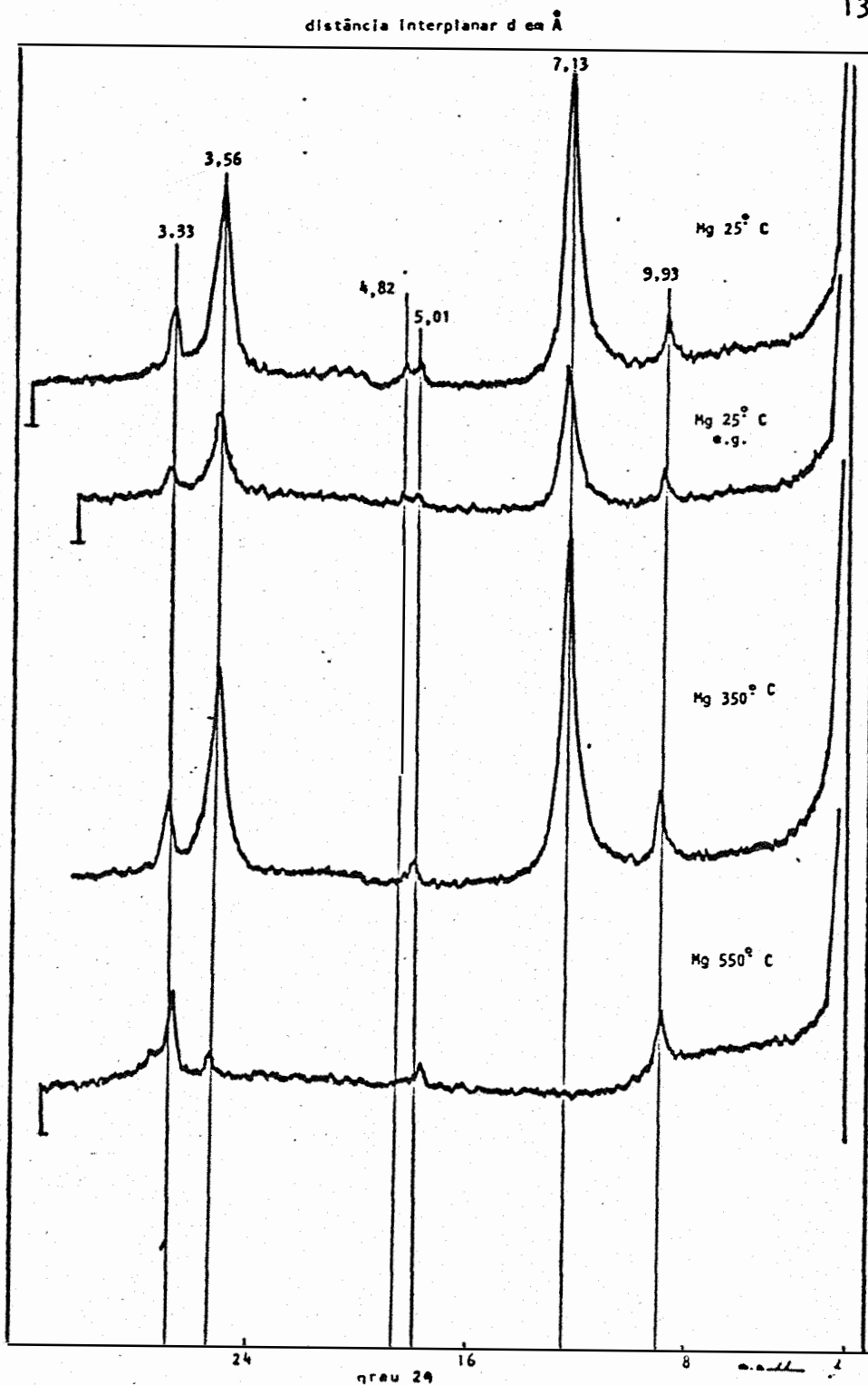


Fig. 27 - Difratoogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte B1 do perfil P2 (Pml).

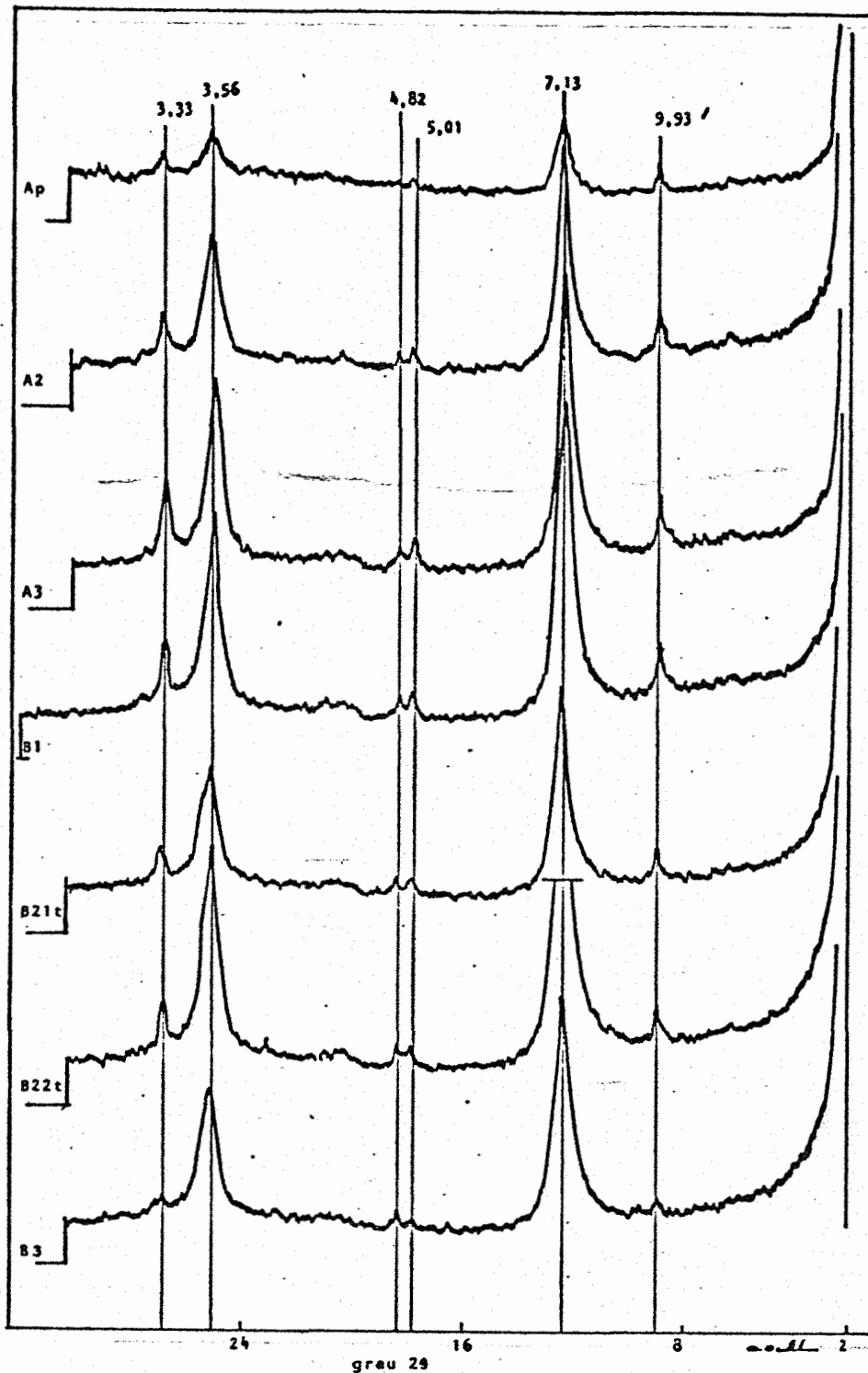


Fig. 28 - Difractogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do perfil P2 (Pm1); lâminas solvatadas com etileno glicol, a 25°C.

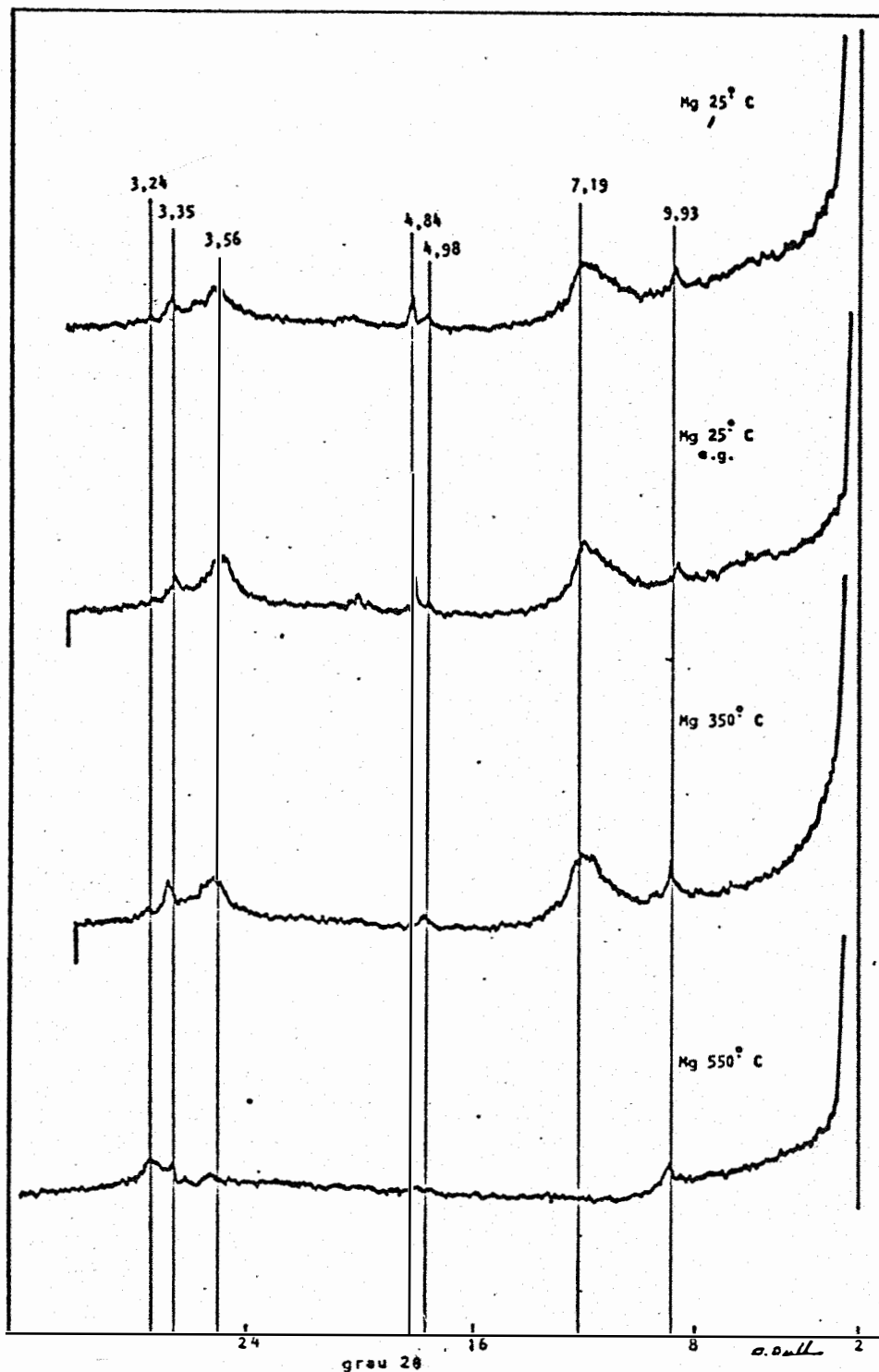


Fig. 29 - Difratoogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u) do horizonte B1 do perfil P7 (Cambissolo).

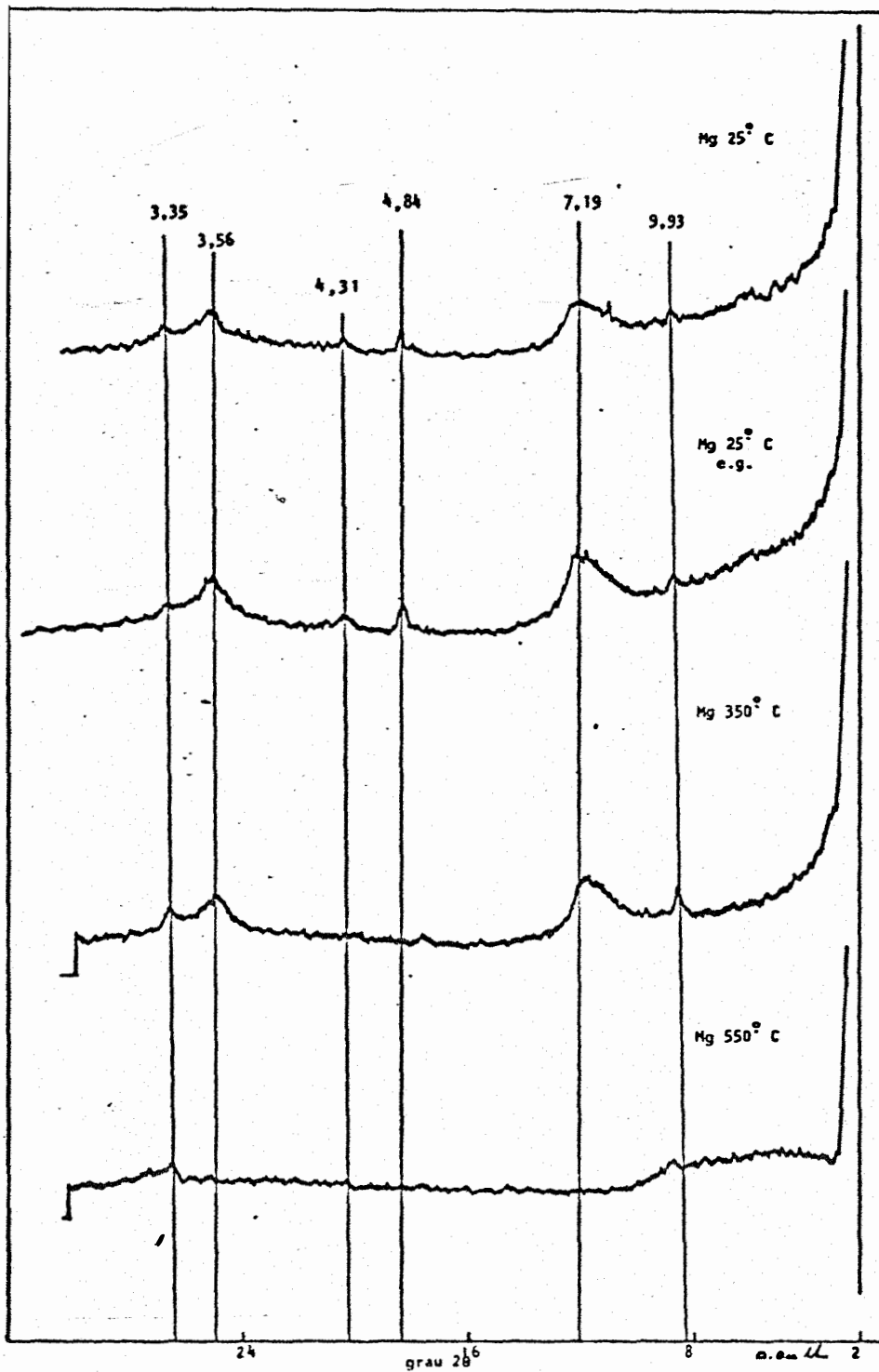


Fig. 30 - Difratoogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte R1 do perfil P7 (Cambissolo).

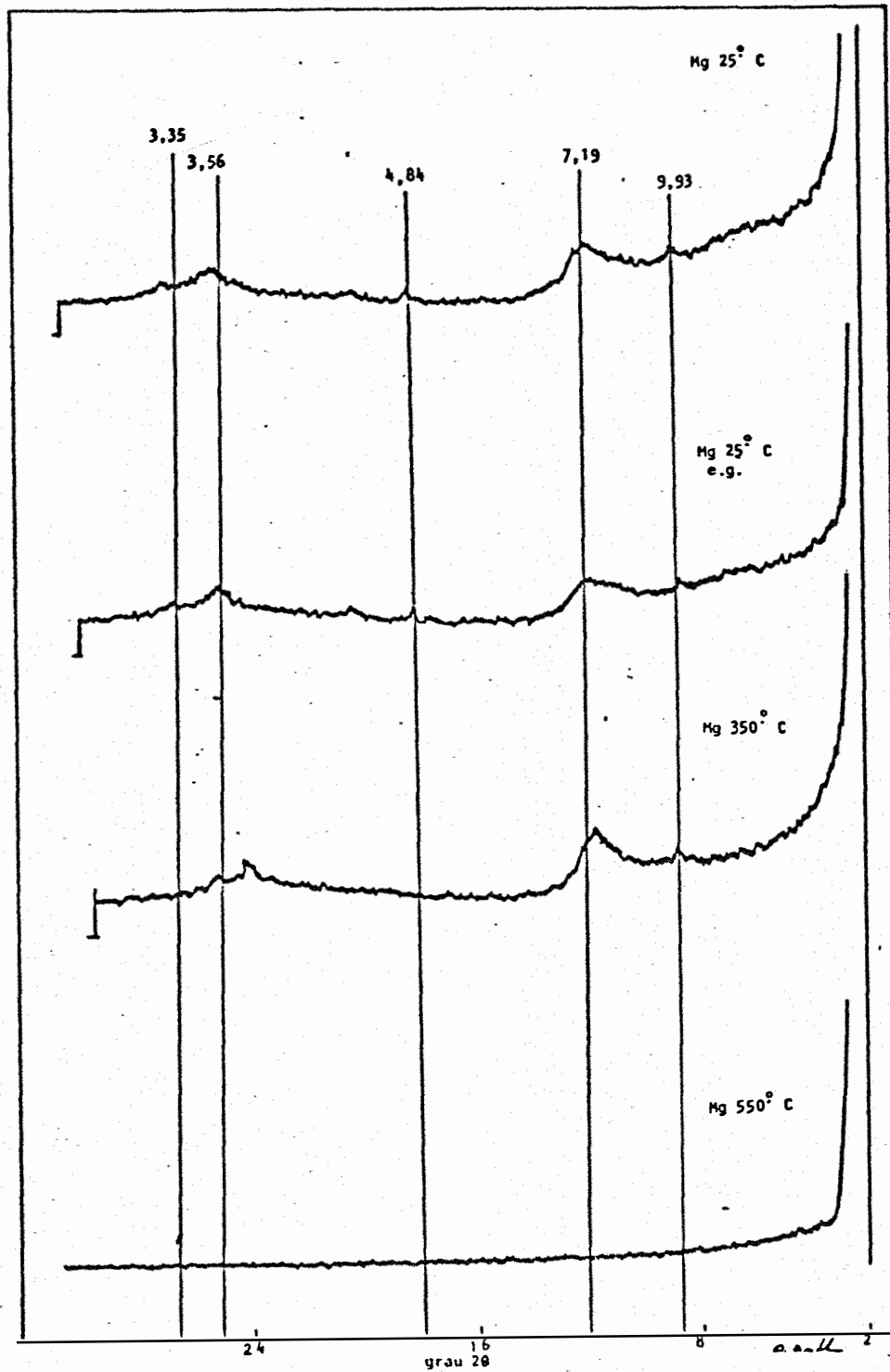


Fig. 31 - Difratoqramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do perfil P7 (Cambissolo); lâminas solvatadas com etileno glicol, a 25°C.

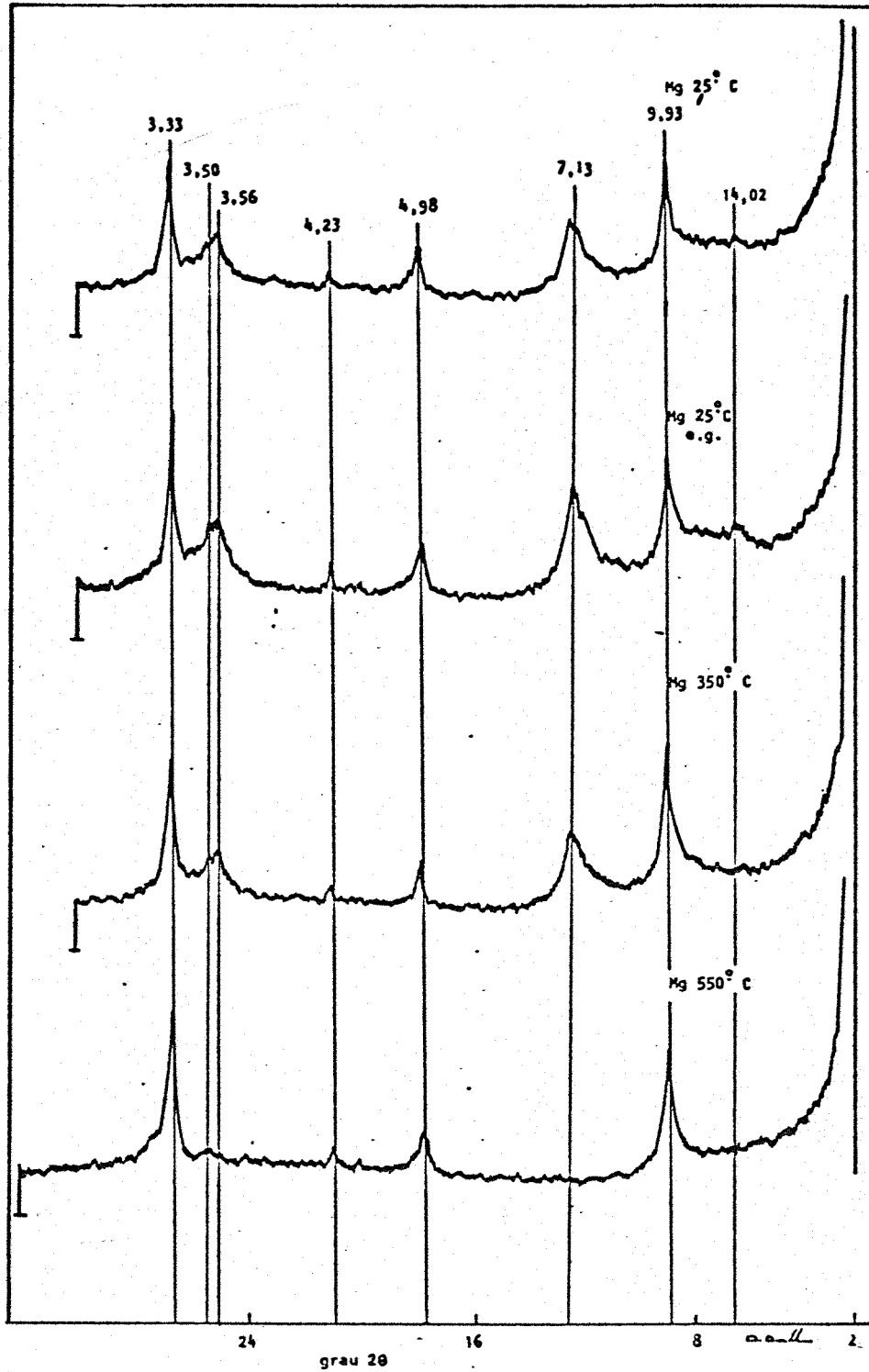


Fig. 32 - Difrato gramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte Ap do perfil P3 (PVp).

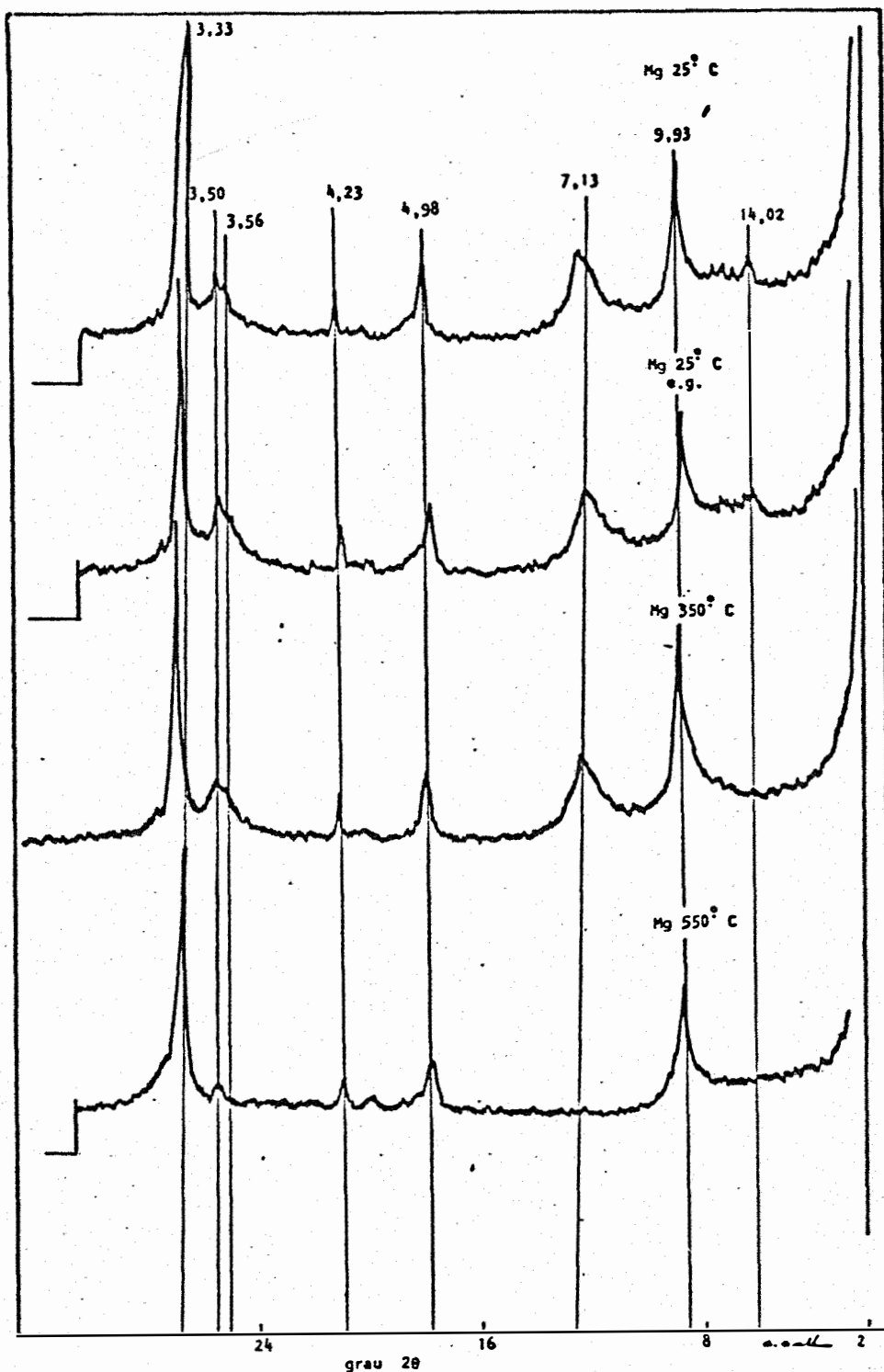


Fig. 33 - Difratoogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte B23t do perfil P3 (PVp).

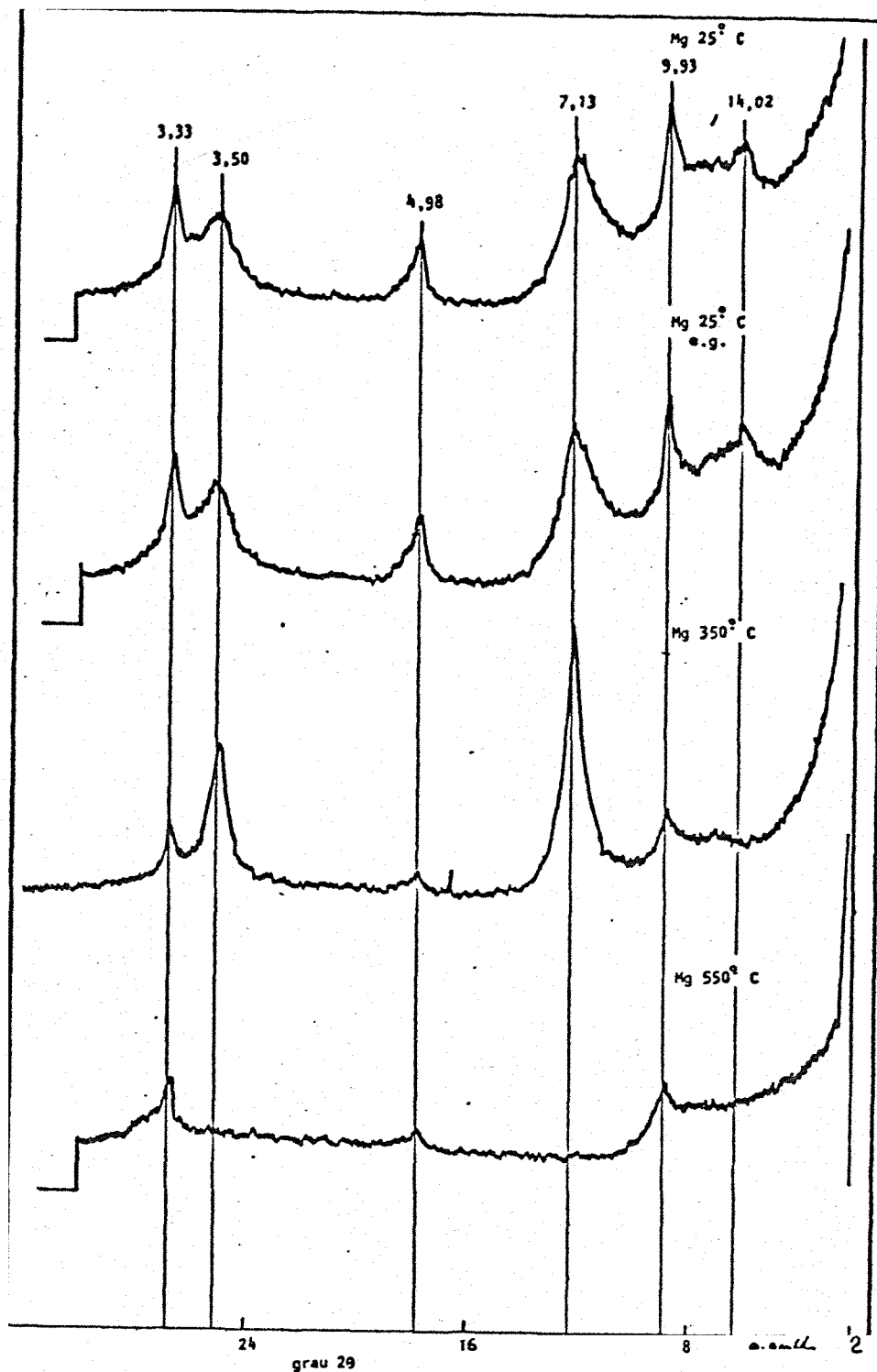


Fig. 34 - Difratoformas dos raios X da fração argila (menor 2 u), da camada de agregados do perfil P3 (PVp).

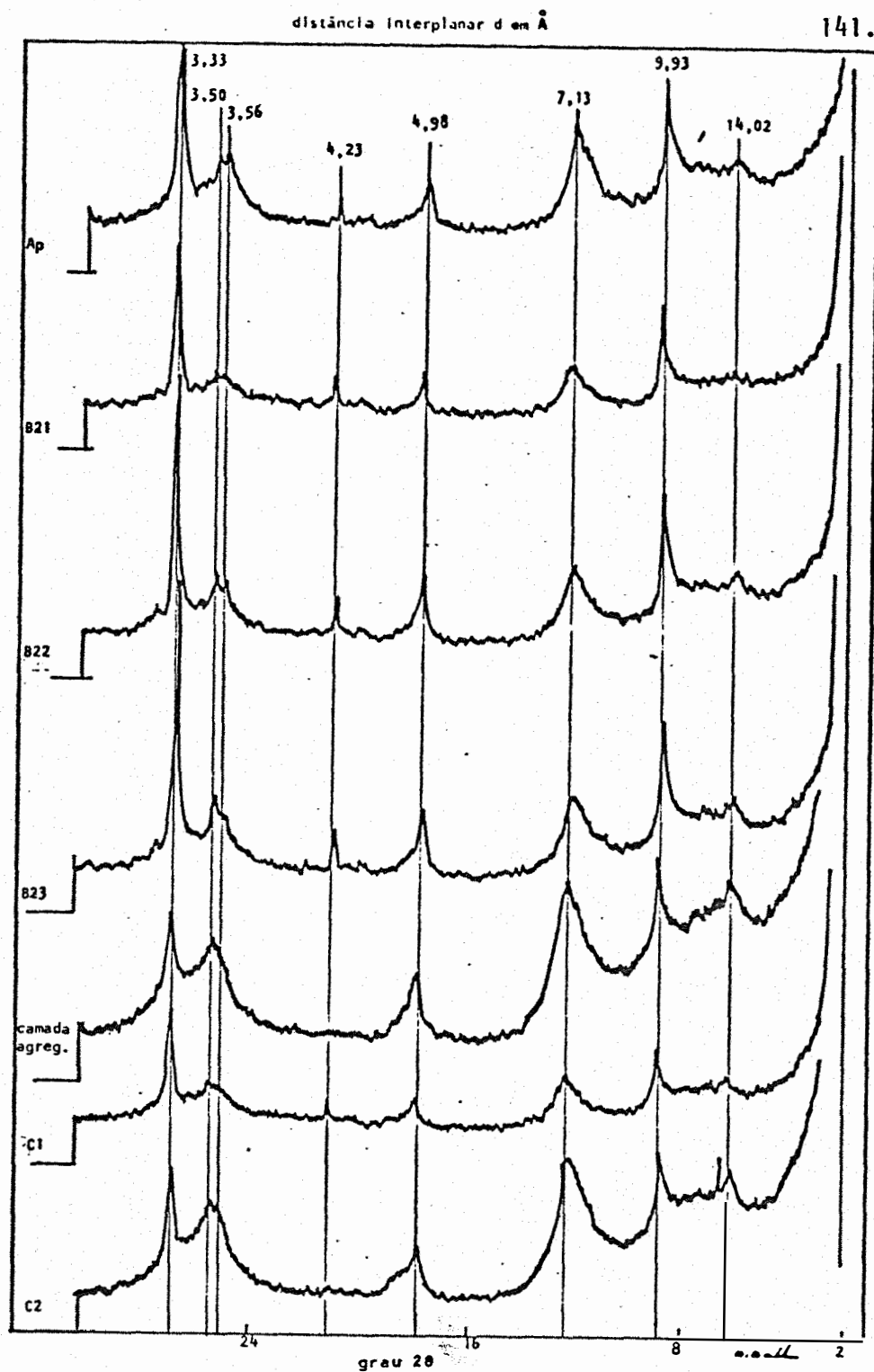


Fig. 35 - Difratoigramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do perfil P3 (PVP); lâminas solvatadas com etileno glicol a 25°C.

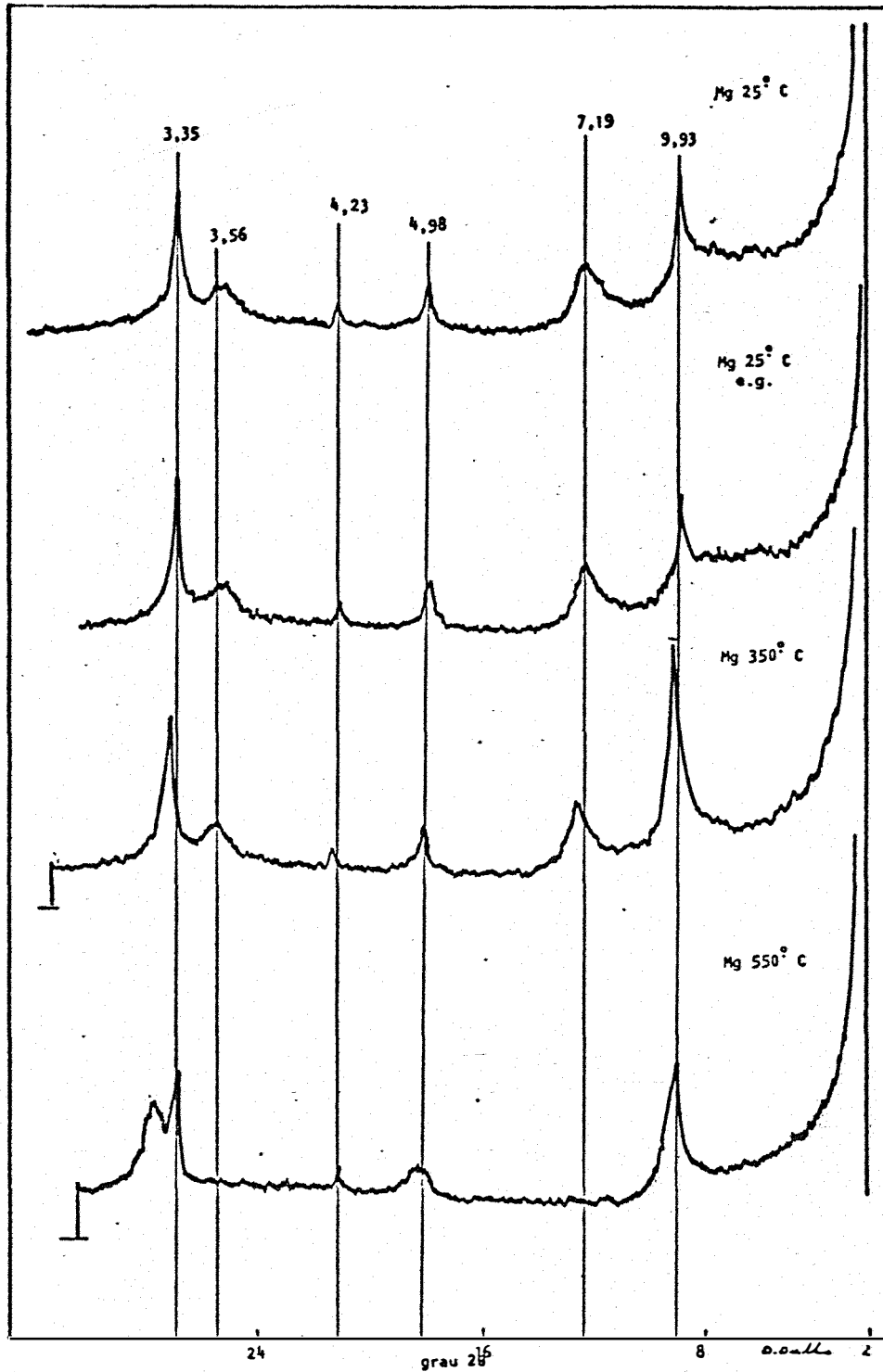


Fig. 36 - Difratoogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte Ap do perfil P5 (Cambissolo).

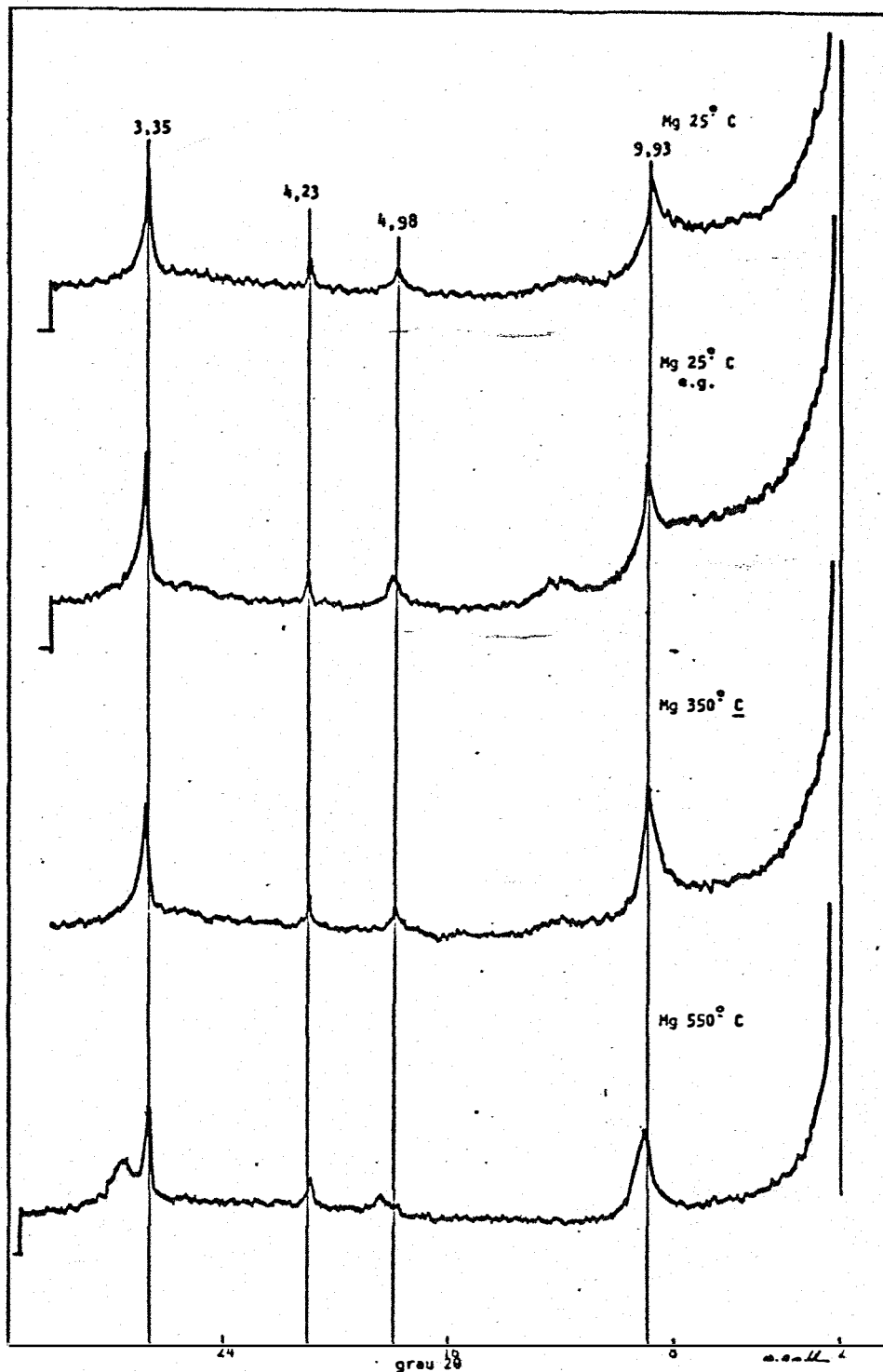


Fig. 37 - Difratoogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte R do perfil P5 (Cambissolo).

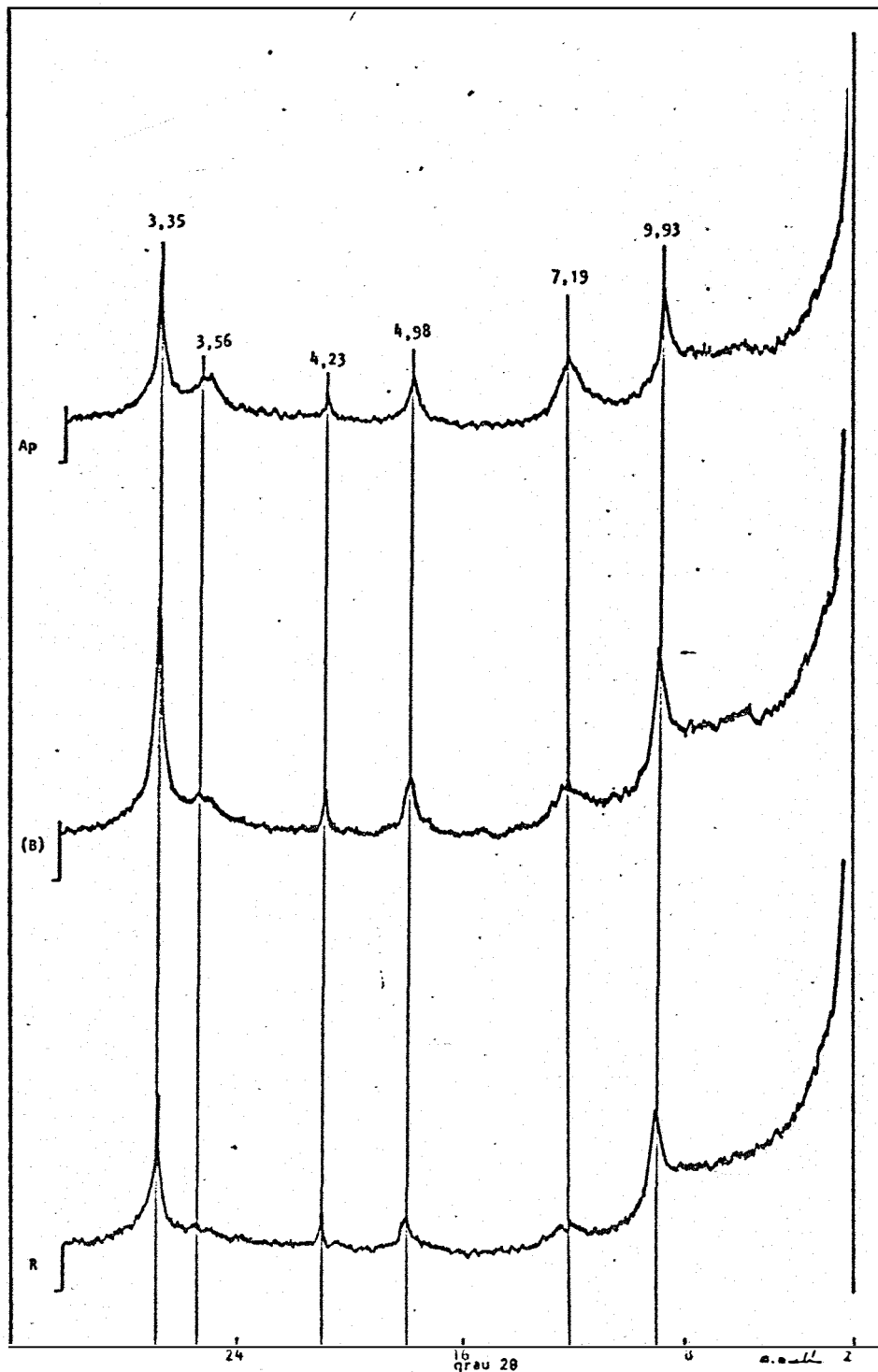


Fig. 38 - Difractogramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do perfil P5 (Cambissolo); lâminas solvatadas com etileno glicol, a 25°C.

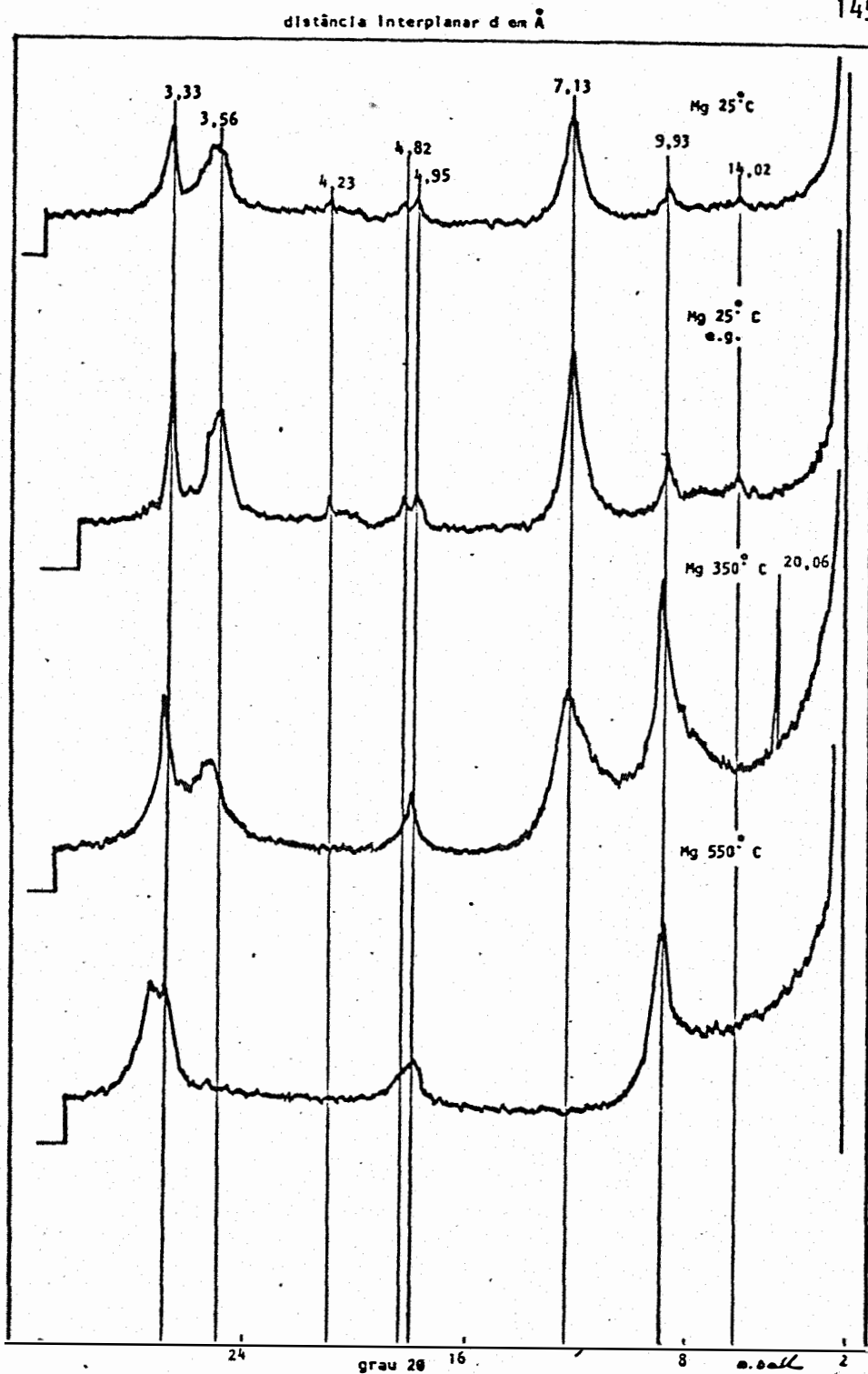


Fig. 39 - Difratoigramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte Ap do perfil P4 (PVp).

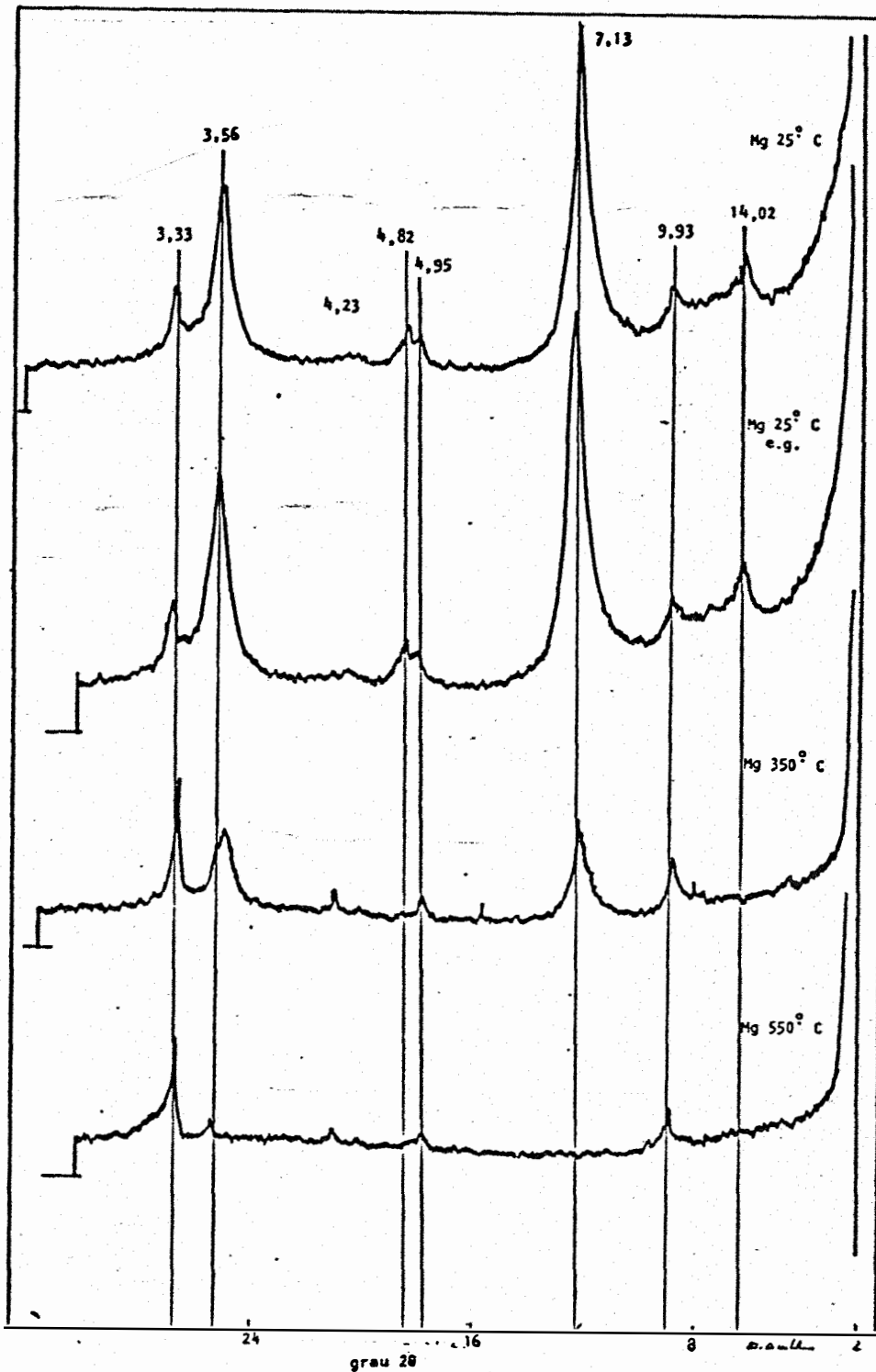


Fig. 40 - Difratoigramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte B2lt do perfil P4 (PVp).

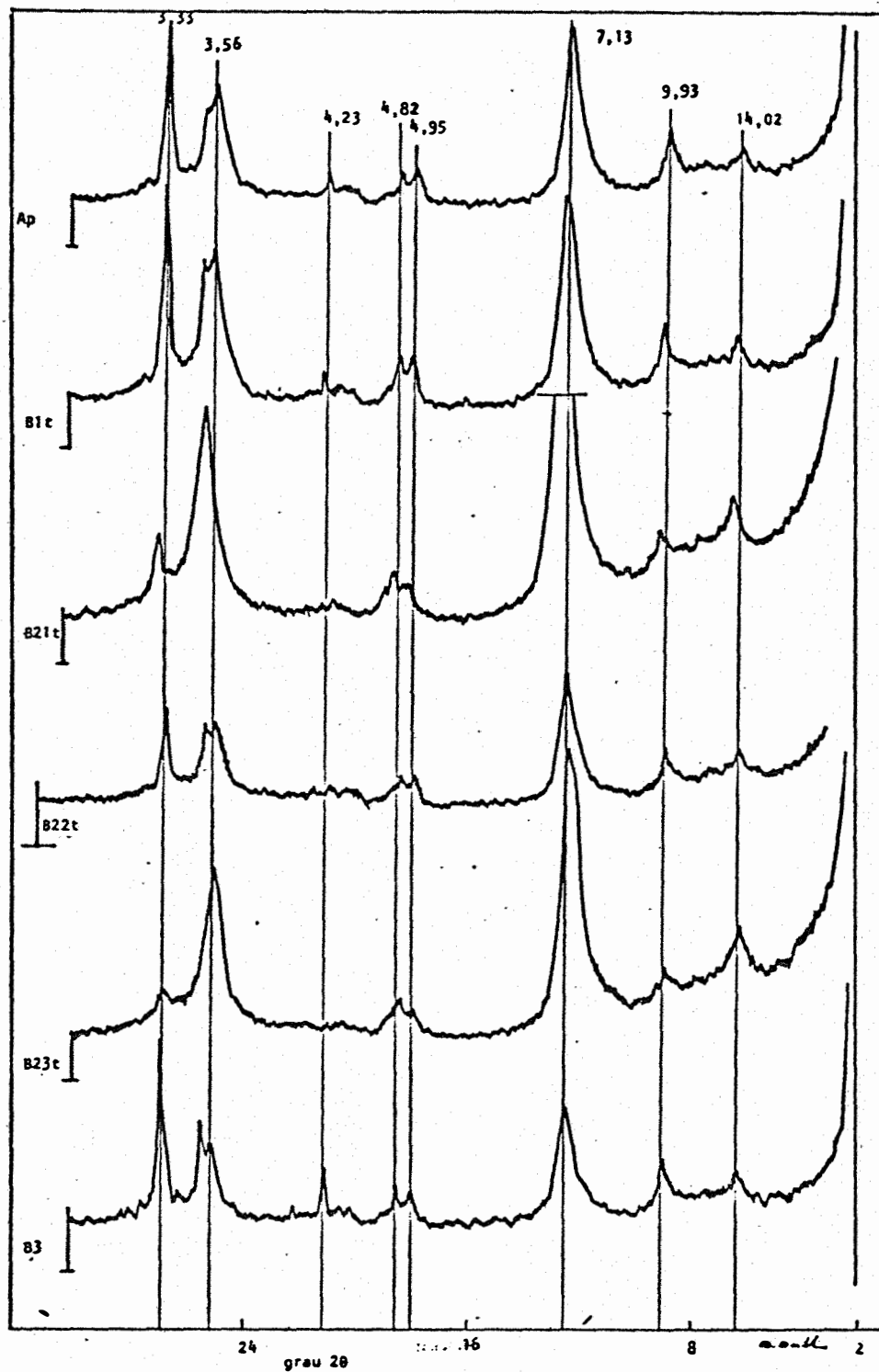


Fig. 41 - Difratoqramas dos raios X da fração argila (menor 2 μ), do perfil P4 (PVP); lâminas solvatadas com etileno glicol, a 25°C.

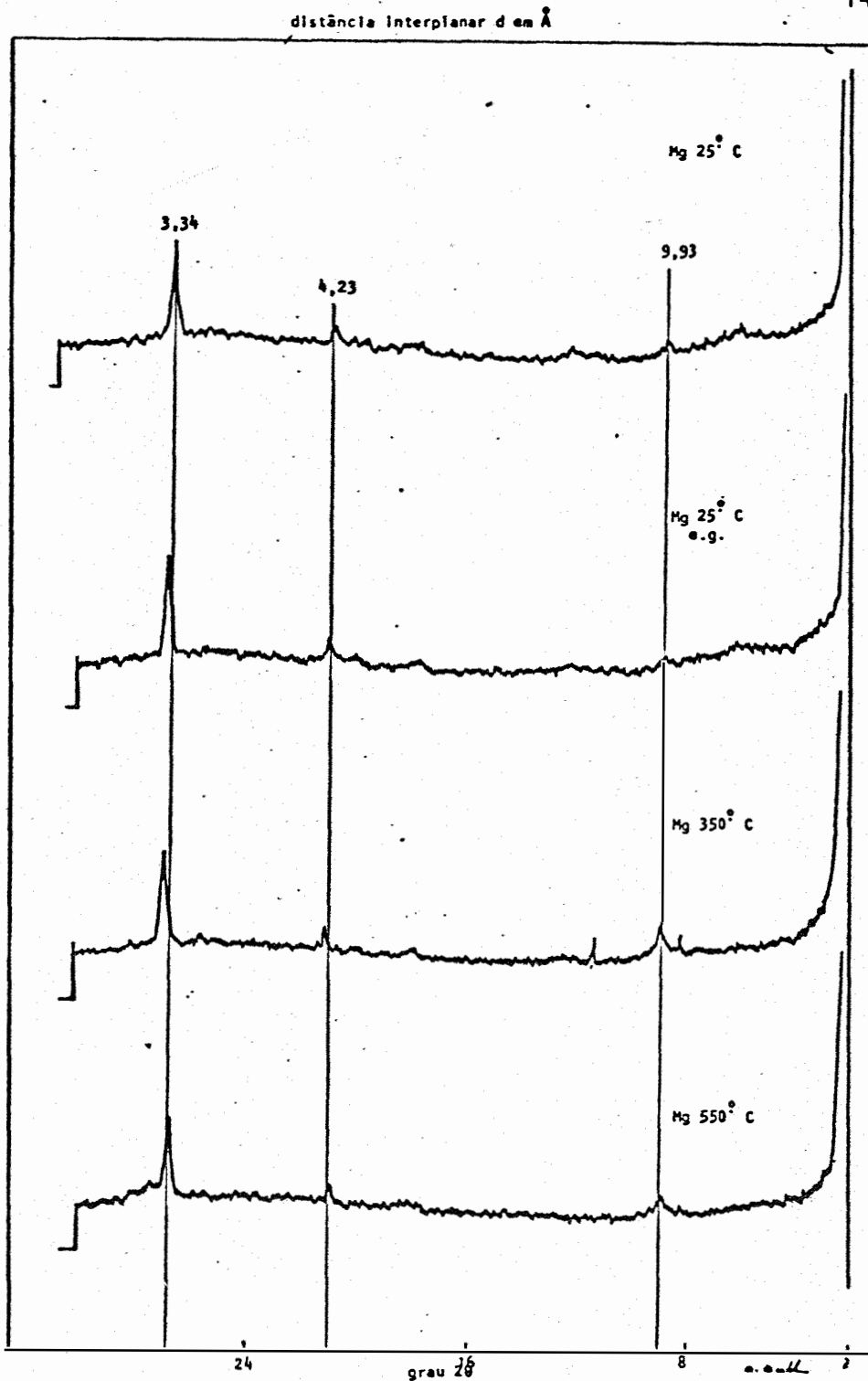


Fig. 42 - Difractogramas dos raios X da fração argila (menor 2 μ) do horizonte Ap do perfil P6 (Cambissolo).

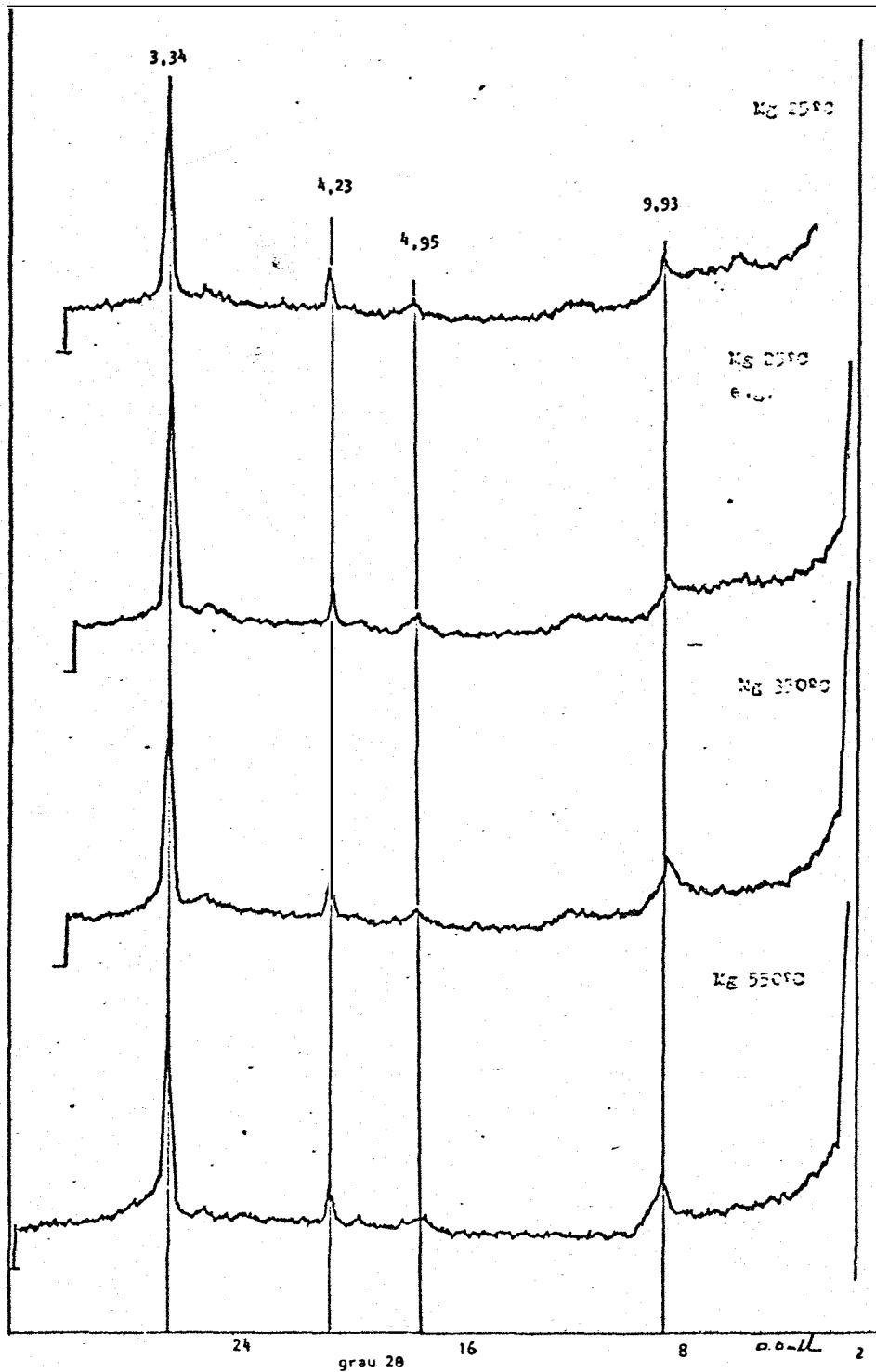


Fig. 43 - Difratoigramas dos raios X da fração argila (menor 2 u), do horizonte R do perfil P6 (Cambissolo).

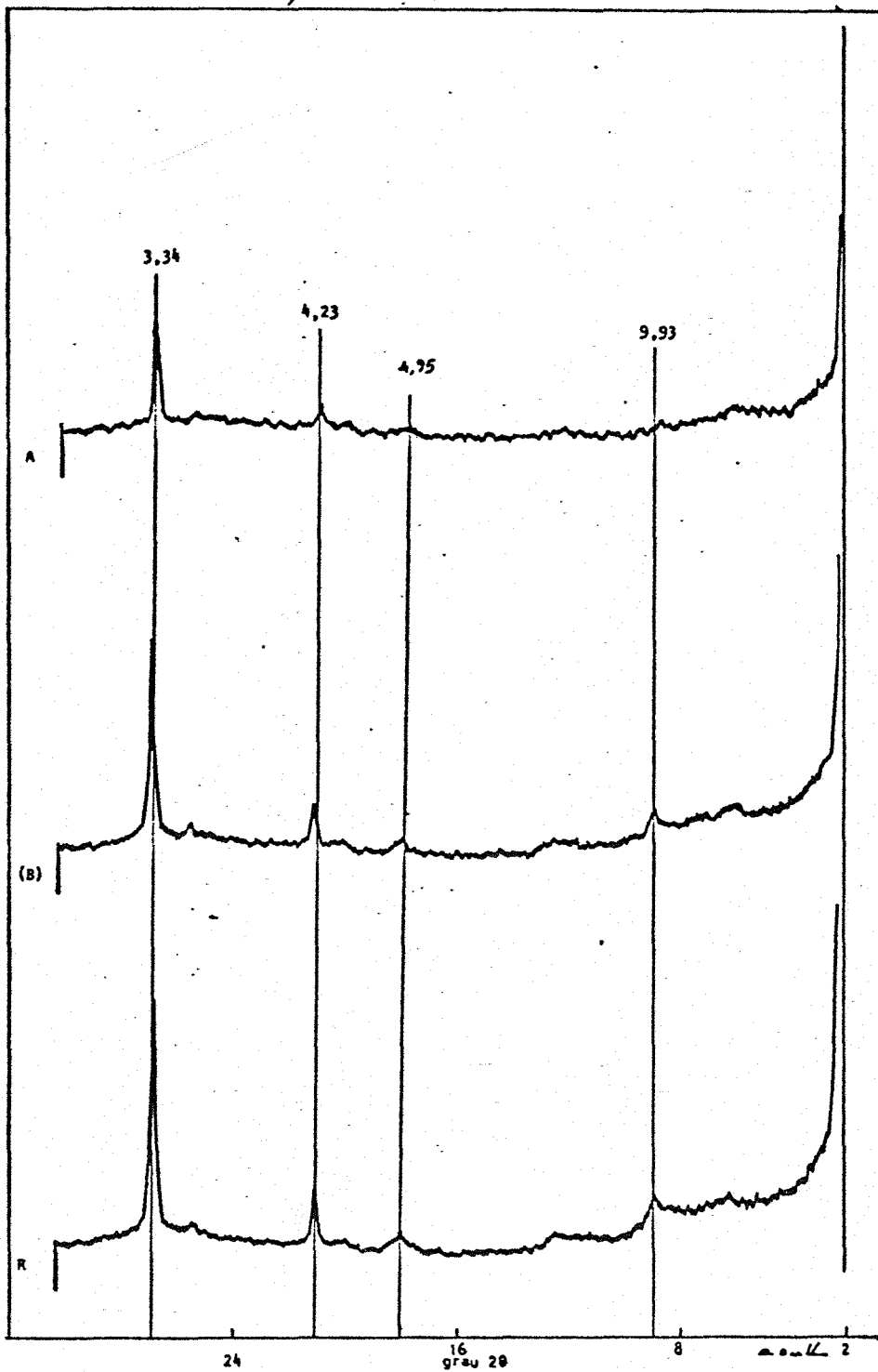


Fig. 44 - Difratogramas dos raios X da fração argila (menor 2 μ), do perfil P6 (Cambissolo); lâminas solvatadas com etileno glicol, a 25°C.

6.5 - Micromorfologia

As descrições micromorfológicas sumárias dos perfis encontram-se no Apêndice 2.

O exame das características micromorfológicas do P1 mostra que, em todos os horizontes deste perfil, o quartzo foi o mineral dominante, conquanto alguns outros minerais, como turmalinas, zirconitas ou feldspatos, tenham sido também observados. A grande maioria dos grânulos foi acentuadamente angular e somente aqueles de tamanho maior apresentaram-se mais arredondados. Estriações foram também observadas nos mesmos. A matriz do solo (matriz-s) apresentou em todo o perfil, um desenvolvimento muito fraco, sendo insépica em todos os horizontes, isto é, as separações de plasma ocorreram em quantidade pequena, sendo que, à medida que se aprofundava no perfil, esse desenvolvimento aumentava levemente, mas, como um todo, a matriz continuava insépica. Fábricas insépicas segundo BREWER (1976) podem muito provavelmente ser herdadas da rocha, no caso, o arenito. Verificando-se a análise dos difratogramas da fração argila da rocha deste perfil, verifica-se a presença de gibbsita, caolinita, e vermiculita, as quais poderiam estar envolvidas com este tipo de estrutura. Já o esqueleto mineral deste solo, além do quartzo, é constituído também pelos feldspatos, os quais aumentam em profundidade. Alguns locais, nos horizontes mais profundos, que apresentaram grau de desenvolvimento da matriz um pouco maior, foram conside

rados como mossêpicos corroborando a afirmação anterior. A coloração da matriz foi marrom avermelhada em todo o perfil, com exceção do horizonte Ap em que se apresentou marrom avermelhada escura e na parte inferior do B21 que foi vermelha. A quantidade de plasma nos horizontes mais superficiais foi muito escassa, aumentando a partir do horizonte B21. Em assim sendo, a relação do plasma com os grânulos apresentou-se granular (Figura 45) nos horizontes até o B21 inferior, a partir do qual tornou-se intertêxtica chegando a aglomeroplásmica no B23. Verificando-se a análise granulométrica deste perfil, vê-se que a quantidade de argila aumenta em profundidade, o que acarreta conseqüentemente uma evolução da fábrica granular no horizonte A para uma aglomeroplásmica nos horizontes B. BARRAT (1971) interpreta as fábricas granulares como aquelas apresentadas pela porção superficial do solo sob cultivo de gramíneas. Os vazios compreenderam os tipos de empacotamento simples no horizonte A, e à medida que se aprofundava no perfil, outros tipos foram aparecendo como os vughs, canais e também algumas fissuras (no horizonte B23). Dentre as características pedológicas associadas com este perfil, as sesquans (identificadas por seu brilho lustroso em luz refletida e coloração avermelhada, sendo opacas em luz transmitida) e mangans (identificadas por seu brilho lustroso e de coloração bem escura em luz refletida e opacidade em luz transmitida) foram observadas em todo ele, ao redor de grânulos (Figura 45), ou também em vazios. Os nódulos sesquioxídicos foram da mesma forma verificados em todo o

perfil (Figura 46). Já as argilans iluviais foram observadas, mas aparecendo somente no horizonte B2l inferior em quantidade um pouco mais expressiva. É interessante notar que, apesar da diferença textural verificada na análise granulométrica, a presença de argilans iluviais foi identificada em quantidades moderadas neste perfil, como se vê pela Figura 47, que mostra a distribuição das características micromorfológicas com a profundidade, enquanto que na fotomicrografia do horizonte B2lt (Figura 46), vê-se perfeitamente esse fato. As argilans stress foram identificadas ao redor de grânulos, e pequenas pápulas também, apresentando-se com limite abrupto e orientação forte e contínua. A presença destas pápulas sugere serem elas produto do rompimento de argilans iluviais. Como um todo, o perfil possui as argilans iluviais, mas não em quantidade muito grande. Alguns locais da lâmina, como o mostrado na Figura 46, apresentaram-se com uma razoável quantidade de argilans iluviais e portanto, pode-se supor que as pápulas observadas sejam o produto do rompimento dessas argilans, como anteriormente afirmado, e que o horizonte argílico (caracterizado entre outras propriedades, pela presença de argilans iluviais) está sendo degradado. Além disso, a presença de argilans stress faz supor que esteja havendo pressões no perfil, as quais podem causar, além das mesmas, a destruição das argilans iluviais.

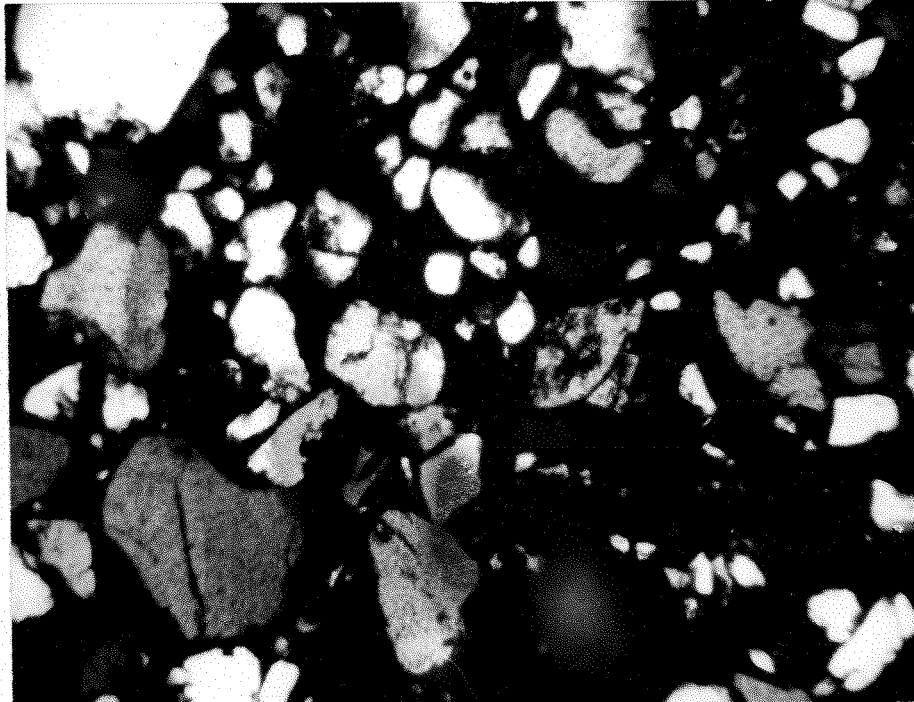


Fig. 45 - Fotomicrografia do horizonte A2 do perfil P1 (Podzolizado variação Marília), mostrando a fãbrica insêpica, granular e sesquans, sob polarizadores cruzados (80 X).



Fig. 46 - Fotomicrografia do horizonte B2lt no perfil P1 (Podzoliza do variação Marília), mostrando as argilans iluviaias, fãbrica insêpica e intertêxtica, sem o analisador (80 X)

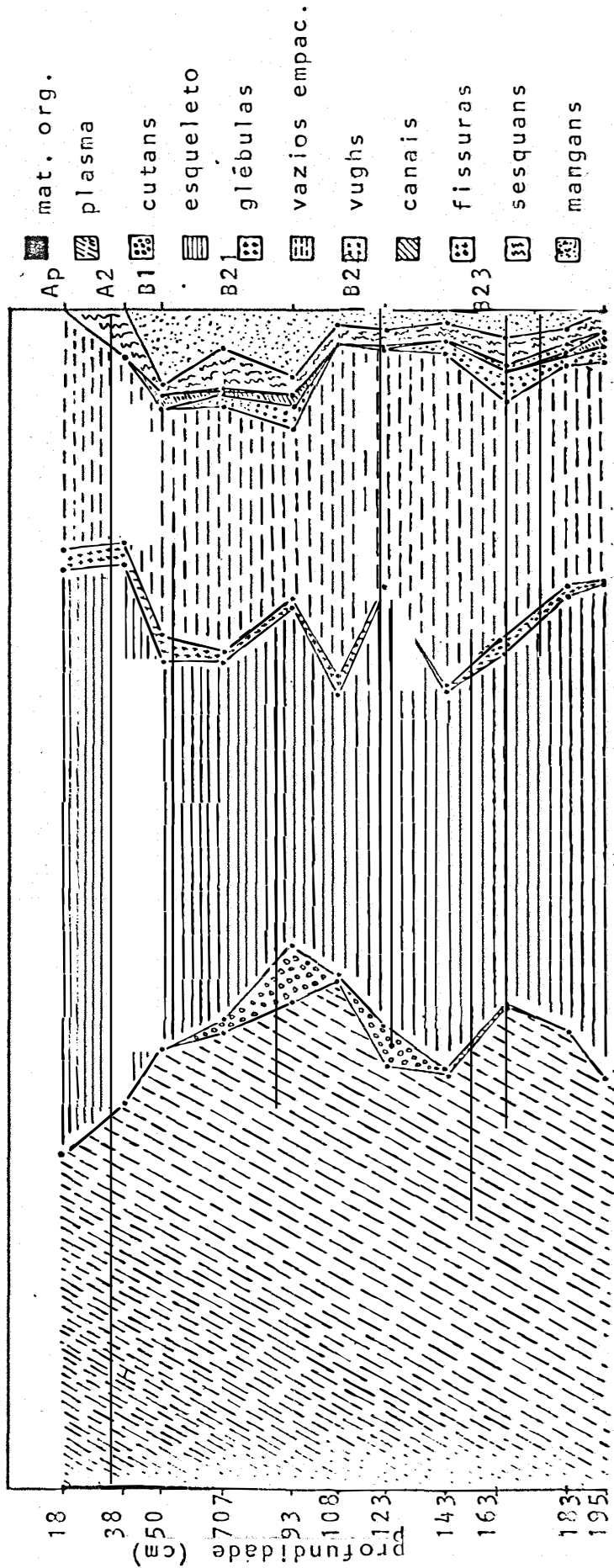


Fig. 47. Distribuição das características micromorfológicas no perfil P1 (Pm1)

O exame da Figura 47, que mostra a distribuição das características micromorfológicas deste perfil com a profundidade, o faz na forma de curvas cumulativas. Por ela percebe-se que, de modo geral, as características que mais chamam a atenção neste perfil, são o plasma, os vazios e o esqueleto mineral. Percebe-se também, que as argilas iluviais só começam a aparecer do B12 para baixo, tomando certa expressão (em relação ao perfil como um todo), na profundidade de 70 a 108 cm (B21 e parte do B22). Uma outra característica que chama a atenção é a presença das sesquans e mangans em praticamente todo o perfil, e em quantidades apreciáveis.

O Perfil P2 apresentou um esqueleto mineral bastante semelhante ao do perfil P1, aparecendo da mesma forma, o quartzo como o mineral dominante. Também neste perfil, os grânulos menores apresentaram-se angulares, enquanto que os maiores o estavam menos. A matriz-s apresentou-se granular nos horizontes superficiais, até o B1, correlacionada pois com os baixos conteúdos de argila desses horizontes, com pouquíssima quantidade de plasma e coloração marrom avermelhada. O grau de desenvolvimento do plasma nesses horizontes foi baixo, sendo a fábrica insépica muito fraca. A partir do horizonte B21, houve uma mudança drástica na matriz, que deixou de ser granular, passando a porfirosquêlica, insépica bem desenvolvida, de coloração vermelha e em quantidade muito maior que nos horizontes superiores. A Figura 48 mostra o tipo de fábrica do horizonte B1, na qual nota-se ainda a presença de nódulos sesquioxídicos. Da mesma

forma que no perfil P1, os vazios foram predominantemente de empacotamento simples no horizonte A, passando a vughs e canais nos inferiores. Dentre as características pedológicas, o que mais chamou a atenção neste perfil, foi a presença, em grande quantidade, de argilans iluviais principalmente no horizonte B21. Nos horizontes abaixo dele, elas também apareceram, mas não em tão grande quantidade.

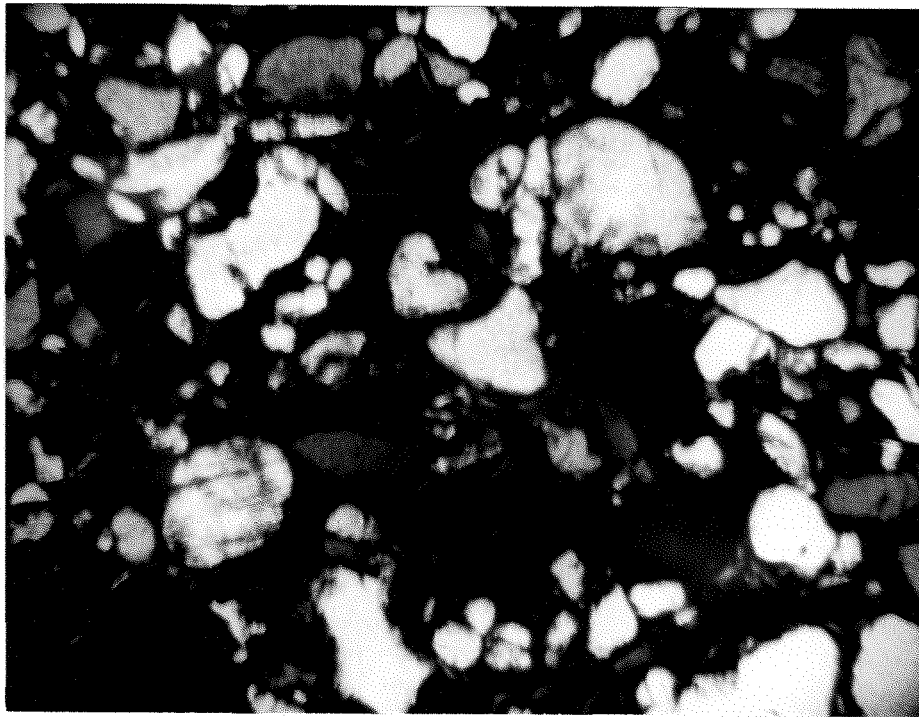


Fig. 48 - Fotomicrografia do horizonte B1 do perfil P2 (Podzolizado variação Marília) mostrando a fábrica insépica da matriz granular e nódulos sesquioxídicos e feldspato, sob polarizadores cruzados (80 X).

Por outro lado, outro fato que chamou a atenção, foi a constatação de estratificação nas argilans, pelo que elas apareceram em cores diferentes: junto à parede do vazio a coloração era vermelha escura e no lado exposto para o vazio a coloração era amarela. Essa diferença de coloração das cutans leva a supor alterações climáticas em sua formação: inicialmente as condições deveriam ser mais secas para a estabilidade de óxidos de ferro anidros, passando posteriormente a mais úmidas (E.U.A., 1975). A figura 49, mostra a grande quantidade de argilans como a estratificação das mesmas no horizonte B2lt. Dentre as outras características pedológicas anotaram-se os nódulos, enquanto as mangans e sesquans foram também anotadas. Da parte inferior do horizonte B22 (Figura 50) para baixo foram notados fragmentos remanescentes da rocha (lito-relitos). A distribuição das características micromorfológicas estudadas com a profundidade, encontra-se na Figura 51.

O exame da Figura 51 mostra que a quantidade de plasma presente no P2 é muito menor que aquela do P1, se bem que a de plasma translocado na forma de cutans iluviais tenha aumentado muito, e isto com uma conseqüente diminuição dos vazios, onde no horizonte de maior acúmulo, os vazios de empacotamento quase desapareceram para dar lugar aos vughs e canais, cujas paredes estavam revestidas com as argilans.

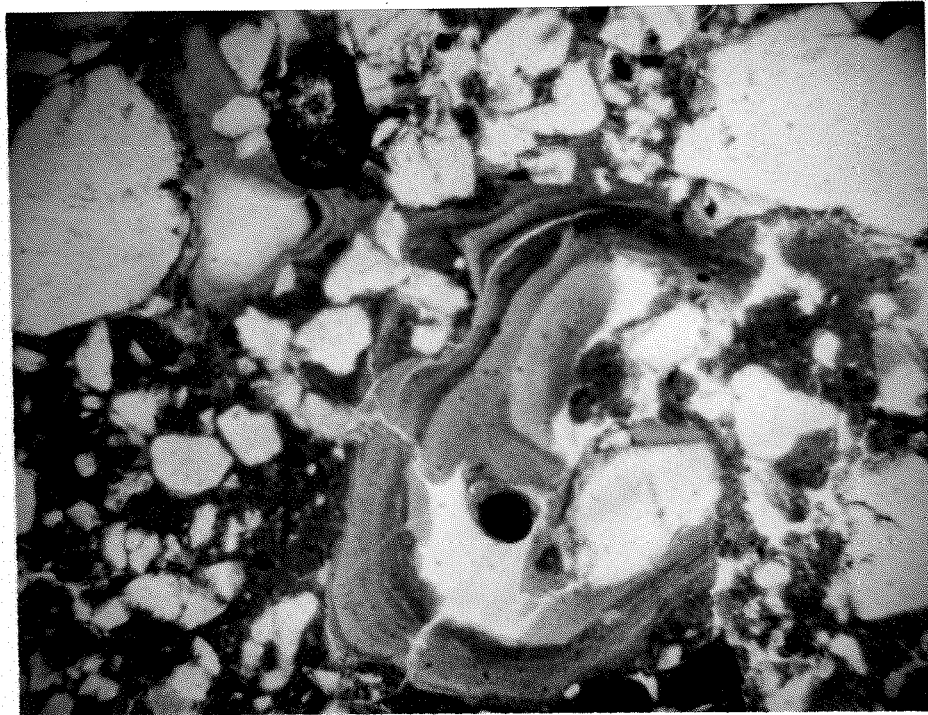


Fig. 49 - Fotomicrografia do horizonte B2lt do perfil P2 (Podzolizado variação Marília) mostrando um vazio capeado com espessas argilas iluviais, nódulos, sem o analisador (80 X).

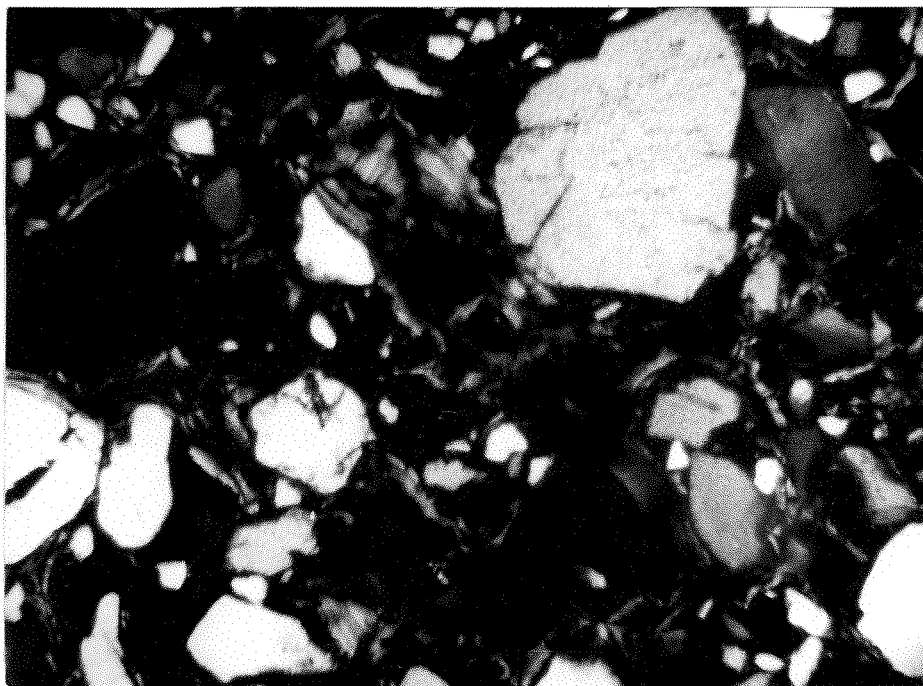


Fig. 50 - Fotomicrografia do horizonte B22 do perfil P2 (Podzolizado variação Marília) mostrando argilas iluviais, sob polarizadores cruzados (80 X).

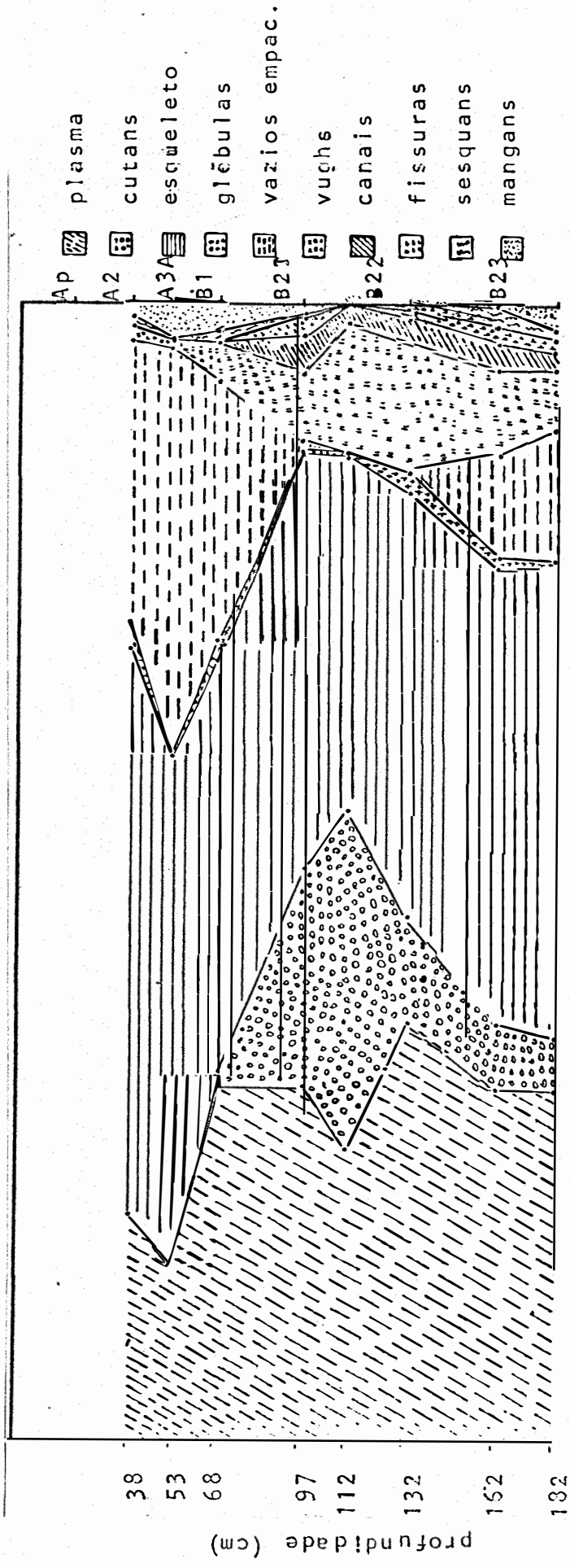


Fig. 51. Distribuição das características micromorfológicas no perfil P2 (Pm1).

A micromorfologia do Cambissolo P7 mostrou que quanto ao esqueleto, os grânulos de quartzo continuaram sendo os dominantes, com a característica agora de estarem bastante estriados, sendo que alguns pareciam até mesmo trincados. Já a matriz chamou a atenção porque manteve-se em grande quantidade em todo o perfil, e sempre em quantidade maior que o esqueleto. A distribuição do plasma com relação aos grânulos foi porfirósquêmica em todos os horizontes, sendo mossépica a fábrica da matriz. A cor em todo o perfil foi vermelha com áreas amarelas. Quanto aos vazios, nota-se neste perfil, o aparecimento dos "craze" planos em todo ele, se bem que vughs, canais e fissuras tenham sido observados. Nas características pedológicas a presença de pápulas e argilans iluviais foi frequente nos horizontes A, praticamente desaparecendo no B. Os nódulos sesquioxídicos foram também identificados. Na fotomicrografia da Figura 52, pode-se notar a fábrica da matriz deste perfil, a grande quantidade de plasma em relação à de grânulos, bem como a relação do plasma com os grânulos. Fato que chamou a atenção foi a diminuição no tamanho dos grânulos, também verificada na análise granulométrica (proporções quase que iguais para as subfrações areia média, fina e muito fina). A Figura 53 mostra a distribuição das características micromorfológicas deste Cambissolo, com a profundidade. Do exame dessa figura percebe-se a grande quantidade de plasma que o solo possui, bem como a presença significativa dos "craze" planos.

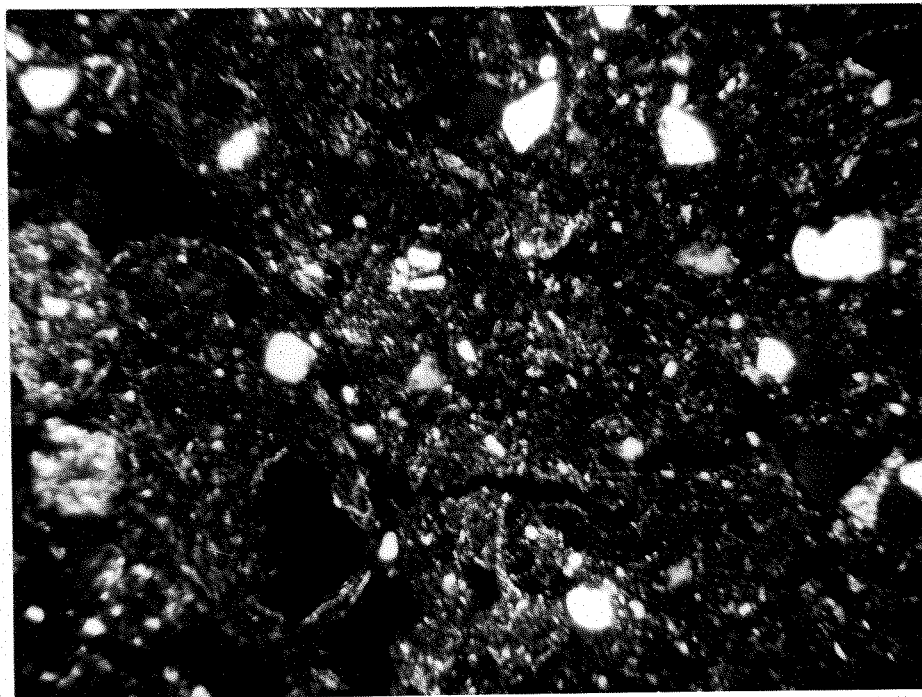


Fig. 52 - Fotomicrografia do horizonte A2 do Cambissolo P7 (Podzalizado variação Marília), mostrando a matriz mossépica e porfirósquela e parte de "craze" planos, sob polarizadores cruzados (80 X).

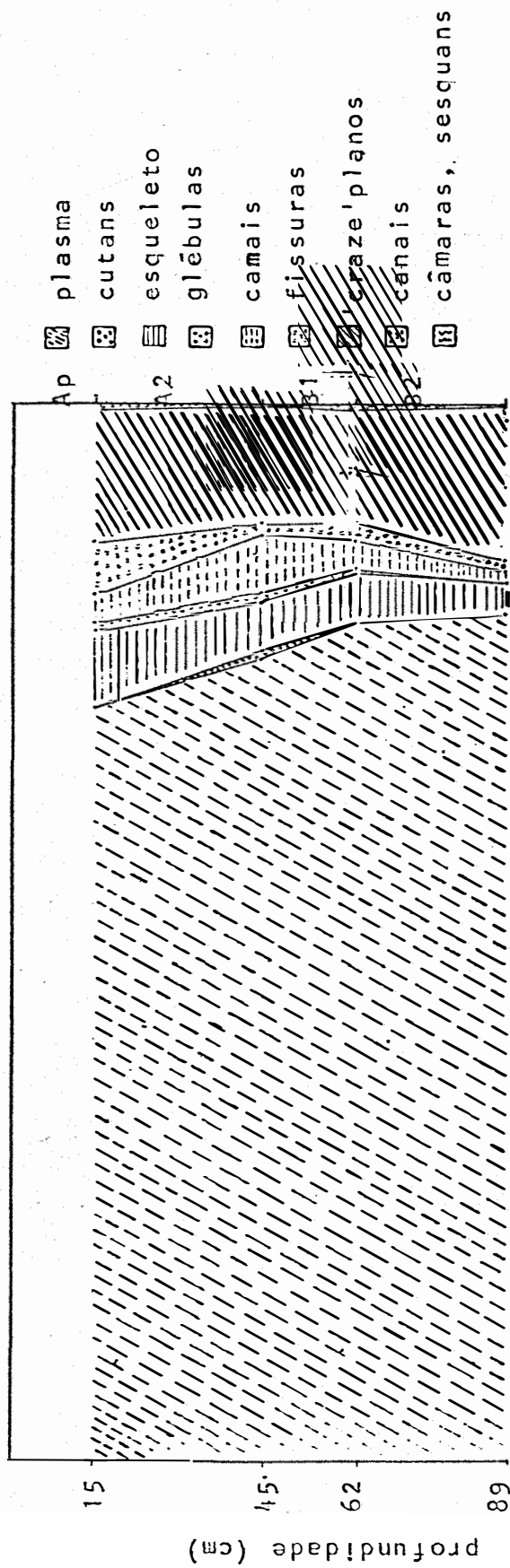


Fig. 53. Distribuição das características micromorfológicas do Cambissolo (P7).

Verifica-se também que as sesquans e mangans estiveram presentes em muito menor proporção que nos perfis P1 e P2, sugerindo pois formação órtica para as mesmas.

Observando-se os solos da variação Marília como um todo, pode-se notar uma evolução das características micromorfológicas indo do Cambissolo para os solos mais desenvolvidos. Assim é que, a matriz-s manteve-se em grande quantidade em todo o perfil do Cambissolo, passando de um plasma mossépico para um insépico nos perfis mais desenvolvidos. Esta alteração plasmática pode estar associada à alteração mineralógica (o Cambissolo possui mineralogia de argila semelhante à dos perfis mais desenvolvidos, mas apresentou grandes quantidades de minerais primários intemperizáveis, feldspatos, na fração areia) e à re-orientação do próprio plasma: a cristalinidade dos argilo-minerais presentes no cambissolo é menor do que aquela apresentada pelos perfis mais desenvolvidos (Figuras 25, 28, 31). Nota-se também, que as argilans iluviais já ocorreram no Cambissolo, aumentando sensivelmente nos perfis mais desenvolvidos, evidenciando com isso uma maior evolução dos perfis mais profundos. Por outro lado, existem diferenças entre tais solos no que diz respeito à distribuição das argilans: no Cambissolo elas apareceram entre os 20-50 cm (A2 e B1), enquanto que nos demais concentrou-se ao longo do B.

Um aspecto interessante deste estudo micromorfológico é a presença de argilans iluviais no horizonte A2 deste Cambisso

lo (P7) da variação Marília. Este fato leva à consideração de que este A2 é um antigo horizonte B, que sofreu degradação. A própria presença de pápulas frequentes junto com as argilans iluviais também leva às mesmas considerações. Por outro lado, a evidência de cerosidade forte mostrada no exame morfológico do horizonte (B2) não coincide com a descrição da lâmina que não mostrou nenhuma evidência de argilans iluviais.

O perfil P3 mostrou que o esqueleto deste solo, se bem que tivesse grande quantidade de grânulos, esta foi bem menor que nos perfis P1 e P2, além de serem também os grânulos de tamanho menor (Figura 54). O quartzo por outro lado, continuou sendo o mineral dominante. A matriz-s apresentou-se mossépica em todo o perfil e porfirósquêlica em relação aos grânulos de coloração marrom avermelhada nos dois horizontes mais superficiais e vermelha nos outros. Lembrando a correlação da estrutura do plasma com a mineralogia, principalmente da fração argila, já evidenciada por diversos autores (STOOPS, 1968; ESWARAN, 1972), percebe-se que se pode sugerir que este maior desenvolvimento do plasma (mossépico) seja devido à presença de minerais como mica e vermiculita. As argilans iluviais não foram muito evidentes neste perfil, se bem que já tenham aparecido em pequenas quantidades no horizonte Ap, acumulando-se em maior quantidade no B2. LEPSCH e BUOL (1974), encontraram, além de argilans esparsas, neoargilans e quasicutans. Os vazios, mesmo nos horizontes superiores foram dos tipos vughs, canais e planos, apare-

cendo também as fissuras, sendo que estas últimas estão intimamente relacionadas com minerais de grade 2:1. A camada de agregados que apareceu na profundidade de 150 cm apresentou uma matriz de coloração vermelha com áreas amarelas e quantidade ainda menor de grânulos em relação à matriz, permanecendo ainda, mossépica. A distribuição, com a profundidade, das características pedológicas deste perfil, encontra-se na Figura 56. Observando-se esta figura, verifica-se a expressiva quantidade de plasma do perfil, consequência provável do caráter argiloso da rocha sob o perfil, bem como a presença de argilans iluviais já no horizonte Ap. Verifica-se ainda, o aparecimento de fissuras, já desde a parte superior do perfil, fissuras estas originárias provavelmente, da presença de minerais de grade 2:1 no mesmo. Chama a atenção também o aumento sensível de plasma verificado na camada de agregados, o qual constitui praticamente 80% das características micropedológicas da camada.

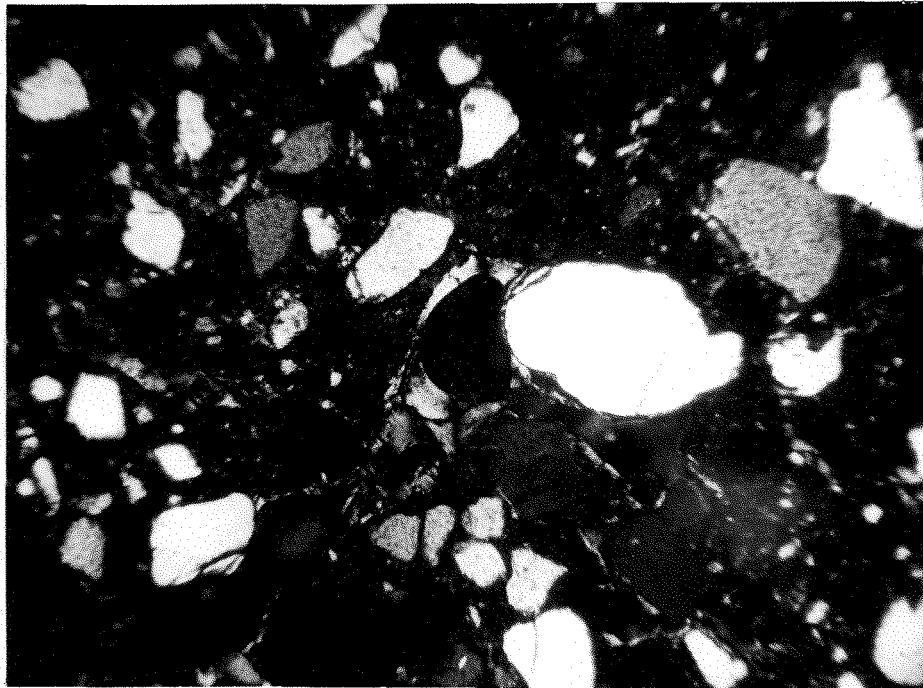


Fig. 54 - Fotomicrografia do horizonte Ap do perfil P3 (Podzólico variação Piracicaba), mostrando argilans iluviais, nódulos e a matriz mossépica, sob polarizadores cruzados (80 X).

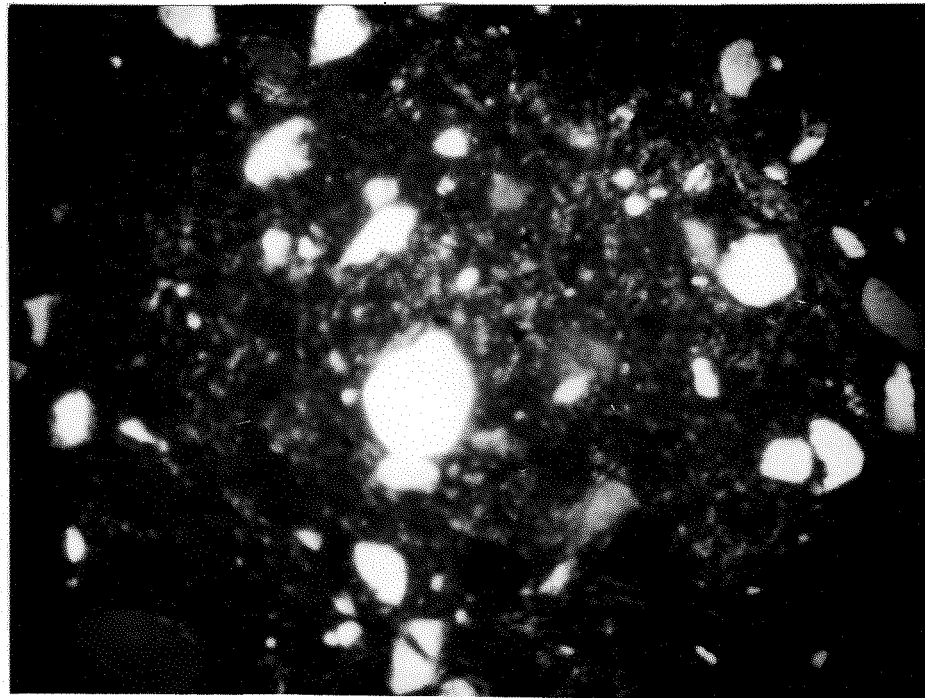


Fig. 55 - Fotomicrografia do horizonte B22 do perfil P3 (Podzólico variação Piracicaba), mostrando argilans em canal e fissuras, sob polarizadores cruzados (80 X).

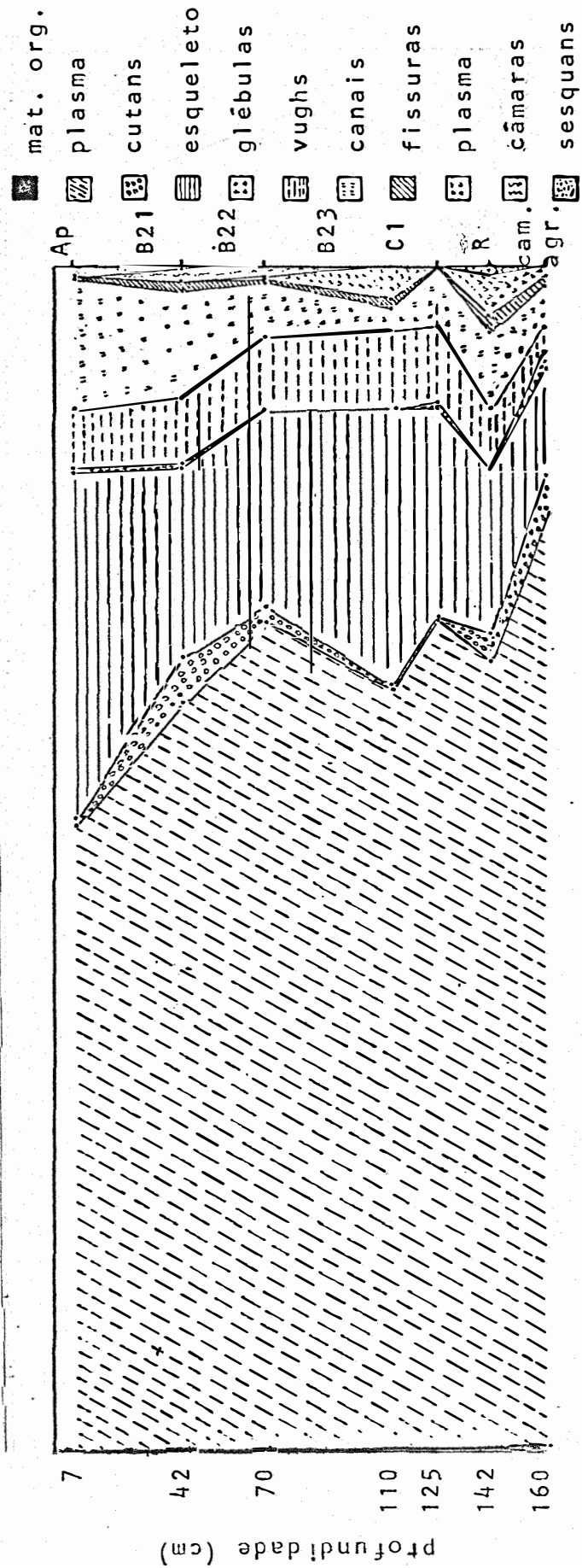


Fig. 56. Distribuição das características micromorfológicas no perfil P3 (PVP)

O perfil P5 (Cambissolo do perfil P3) mostrou que, à medida que se aprofundava no perfil, a quantidade de grânulos ia diminuindo, sendo que, nas amostras da rocha, a quantidade de plasma mostrou-se muito superior à de grânulos. Quanto ao grau de desenvolvimento da matriz verificou-se ser ela mossépica e de distribuição aglomeroplásmica. A coloração manteve-se vermelha ao longo do perfil. Os vazios foram representados por canais, vughs e também pelos de empacotamento simples. As argilans iluviaais foram raras ao longo do perfil, que apresentou, no entanto, grande quantidade de lito-relitos na amostra da rocha. Nódulos sesquoxídicos foram comuns em todas as amostras. As Figuras 57 e 58, mostram o tipo da matriz desse solo, bem como a da rocha. Já a Figura 59 mostra a distribuição das características micromorfológicas deste perfil, com a profundidade. Analisando-se esta figura, observa-se que a quantidade de plasma é uma característica que já vem da rocha, pois nas amostras da mesma a quantidade é semelhante à dos horizontes superiores. Verifica-se também, como cai drasticamente a quantidade de grânulos à medida que se aproxima da rocha, notando-se ainda nessa direção, o aumento considerável de fragmentos da rocha (lito-relitos). Anota-se também, a diminuição sensível nos diferentes tipos de vazios com a profundidade, permanecendo praticamente só os planos. Segundo BREWER (1976) os planos são originados principalmente pela atividade da fauna, o que não é de se estranhar nestes solos devido à pouca profundidade dos mesmos.

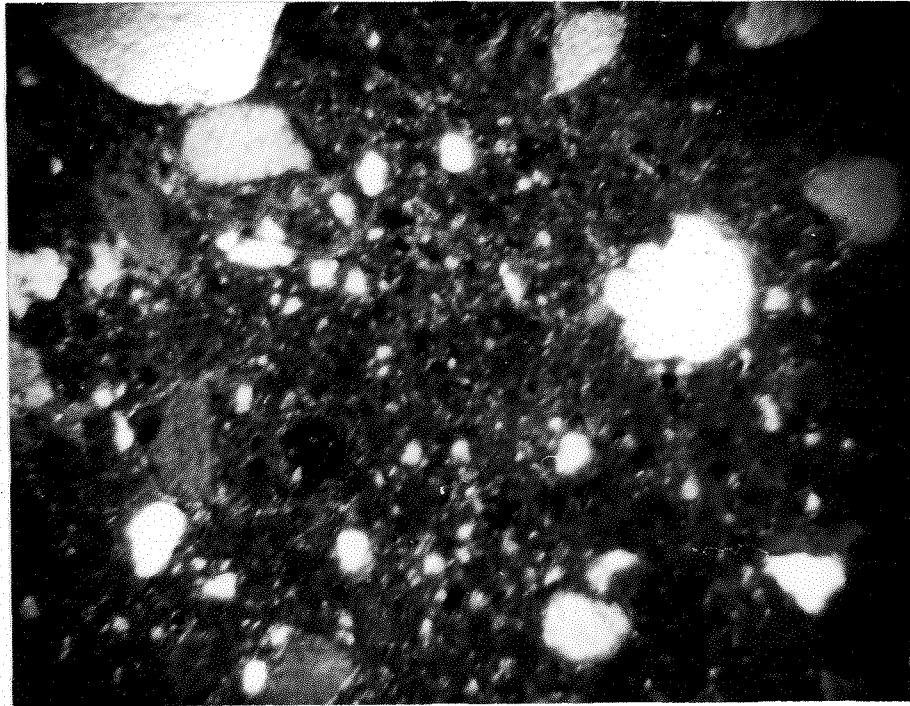


Fig. 57 - Fotomicrografia do horizonte A do perfil P5 (Cambissolo, variação Piracicaba) mostrando a matriz mossêpica e aglomeroplásmica e nódulos sesquoxídicos, sob polarizadores cruzados (80 X).

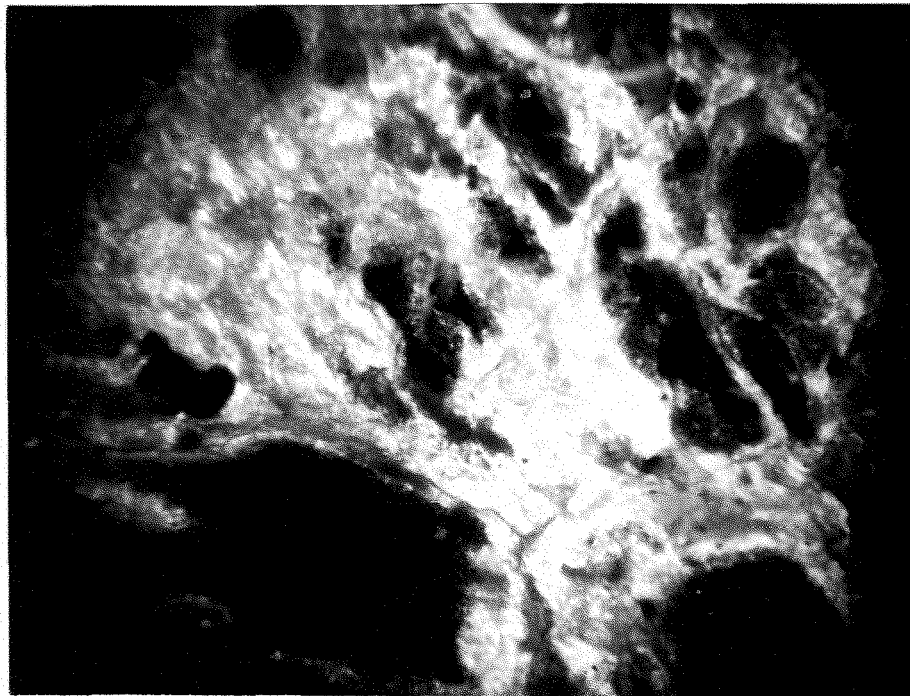


Fig. 58 - Fotomicrografia do horizonte R do perfil P5 (Cambissolo, variação Piracicaba), mostrando a fábrica mossêpica e lito-relitos, sem o analisador (80 X).

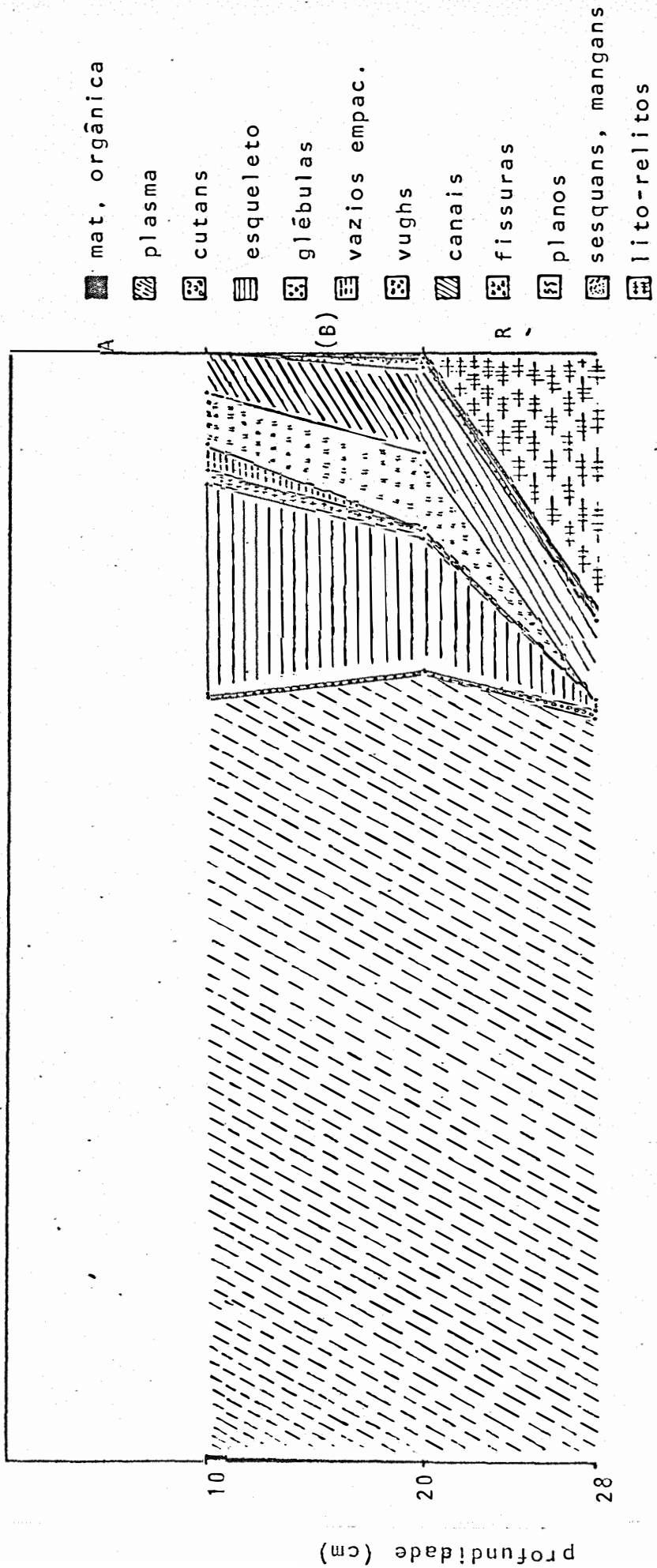


Fig. 57. Distribuição das características micromorfológicas no perfil P5 (Cambissolo)

Analisando-se a evolução das características micromorfológicas do P₅ para o P₃, verifica-se que a matriz deste último foi uma característica herdada, pois que já estava presente no Cambissolo. Além disso, como no Cambissolo a porcentagem do esqueleto mais grosseiro diminui com a profundidade, e é pequena no solo desenvolvido, verifica-se mais uma evidência para a heterogeneidade desses solos: se a rocha não dispunha do material, supõe-se que houve deposições sobre o mesmo. No entanto, a contribuição do folhelho foi também efetiva, pois no Cambissolo unificaram-se grandes quantidades de lito-relitos (fragmentos - mais ou menos intemperizados) e pápulas no P₃, as quais, segundo MERMUT E PAPE (1973) podem ser formadas pelo intemperismo da mica, na qual o PVP mostrou-se rico. Além disso, como relataram RITCHIE *et alii* (1974) a presença de lito-relitos de folhelho é devida ao intemperismo *in situ* pelos constituintes do plasma no solum. A relação do plasma com o esqueleto mineral pode ser correlacionada com a quantidade de argila presente nesses solos.

O exame das características micromorfológicas do perfil P₄ demonstrou que o esqueleto deste perfil tinha uma grande quantidade de grânulos da fração silte, fato este também evidenciado pela análise granulométrica. Junto com o quartzo, feldspatos foram também identificados, estes últimos aparecendo principalmente nos horizontes superficiais. A matriz-s apresentou uma distribuição porfiros -

quêlica do plasma em relação aos grânulos, mossépica, e com coloração marrom avermelhada. No horizonte B21 algumas áreas da matriz foram anotadas como mossépicas, em virtude do maior número de separações de plasma. SMITH e WILDING (1972) relataram que uma parte considerável do aumento da argila fina pode ser associada à conversão de mica para vermiculita, sendo que esta última se manifestará como argilans. As relações argila fina : argila grossa neste perfil estão de pleno acordo com as afirmações dos autores. Os vazios associados com os horizontes mais superficiais foram do tipo de empacotamento simples, aparecendo também os vughs, canais e fissuras. Dentre as características micropedológicas notaram-se grande número de pãpulas, oriundas provavelmente de intemperização *in situ* das micas. As argilans apareceram neste perfil, associadas às sesquans, em paredes de canais. Em todo o perfil constatou-se a presença dos lito-relitos, cuja quantidade foi aumentando à medida que se aprofundava no perfil. Na Figura 60, que apresenta uma fotomicrografia do horizonte Ap deste perfil, vê-se que a quantidade de grânulos mais grosseiros é bem menor, quando se compara este perfil com os da variação Marília, podendo-se anotar também a matriz porfirosquêlica. Já na Figura 61, que apresenta uma microfotografia do horizonte B21, vê-se a presença das argilans iluviais forrando pequenos vughs, bem como um nódulo sesquioxídico de grandes proporções, sendo fracamente adesivo e fortemente separado. A distribuição das característi-

cas micromorfológicas deste perfil, com a profundidade, está apresentada na Figura 62. Observando-se esta figura, vê-se a grande quantidade de plasma do perfil, a qual é, a grosso modo, mais que o dobro da de grânulos. Vê-se também, o aumento significativo das fissuras, em muito maior quantidade que nos outros solos.

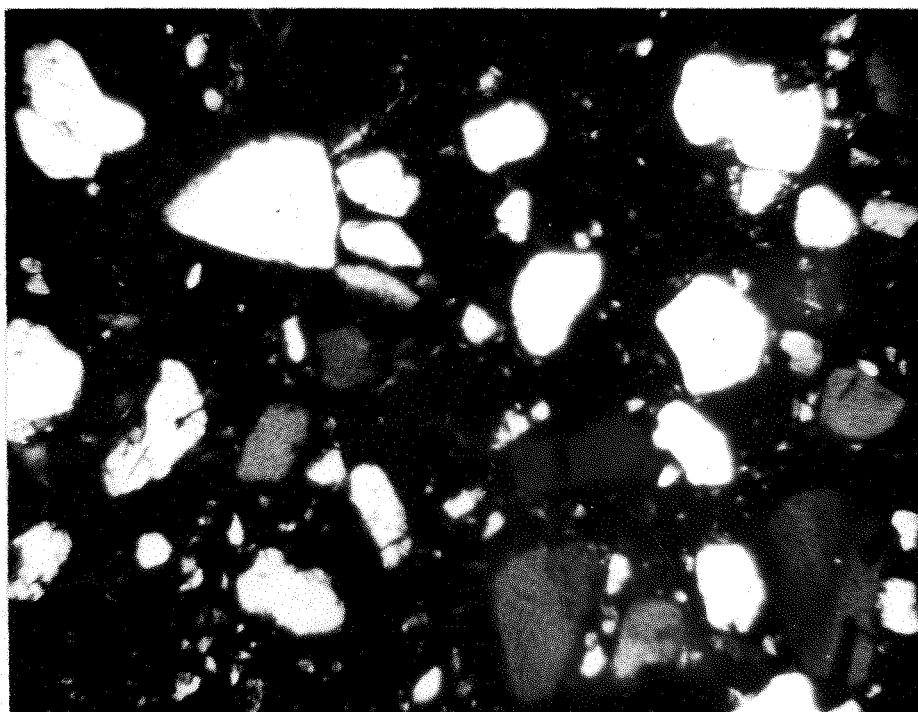


Fig. 60 - Fotomicrografia do horizonte Ap do perfil P4 (Podzólico variação Piracicaba), mostrando o esqueleto mineral, a matriz mossépica, sob polarizadores cruzados (80 X).

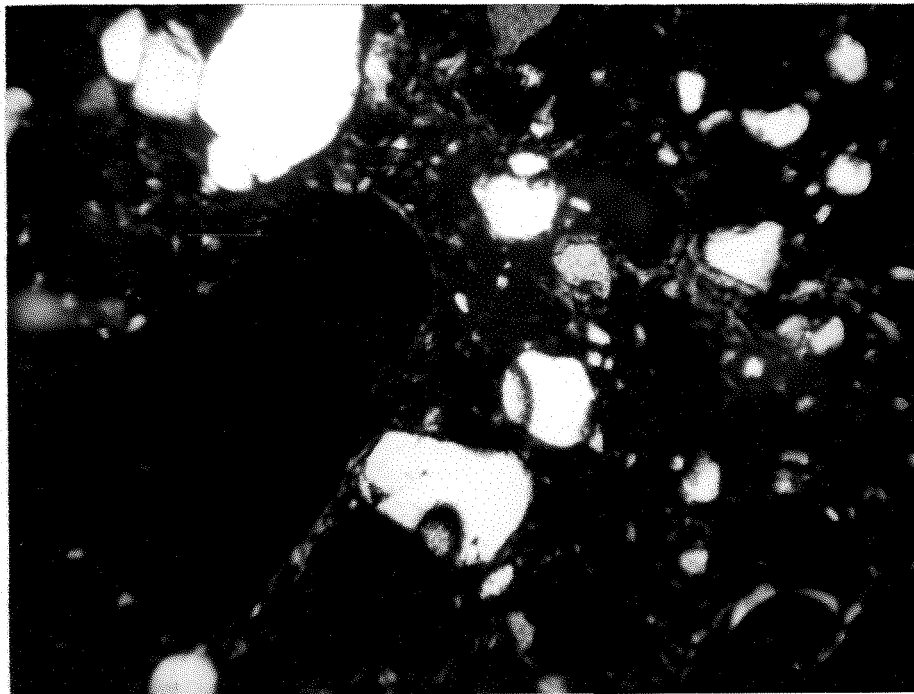


Fig. 61 - Fotomicrografia do horizonte B21 do perfil P4 (Podzólico variação Piracicaba), mostrando argilans iluviais, matriz mossêpica, nódulo sesquioxídico, sob polarizadores cruzados (80 X).

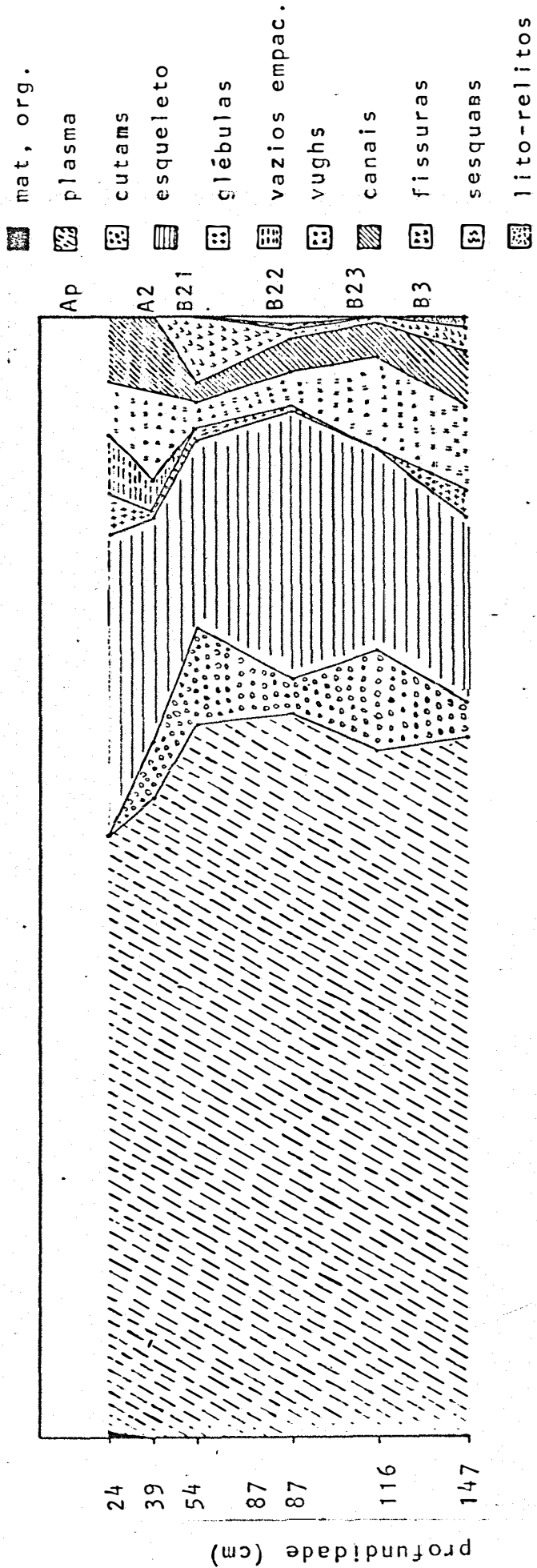


Fig. 62. Distribuição das características micromorfológicas do perfil P4 (PVP).

O exame das características micromorfológicas do perfil P6 (Cambissolo do P4) mostrou que o esqueleto e o plasma, até o horizonte (B) mantiveram-se em quantidades semelhantes, como pode ser observado tanto na Figura 63, que mostra uma fotomicrografia do horizonte A, como na Figura 65, que esquematiza a distribuição das características micromorfológicas com a profundidade. Um fato que também pode ser visto na Figura 63, é a variedade de tamanho dos grânulos, além da presença de minerais em processo de intemperismo, bem como nódulo sesquioxídico, fracamente adesivo e fortemente separado. Quando se examina o horizonte B deste perfil percebe-se a brusca diminuição da quantidade de grânulos, como o mostra a Figura 64. A matriz-s é mossépica e porfirosquêlica, sendo que alguns locais, provavelmente argilito se intemperizando, apresentaram matriz-s lattissépica, relacionada, por SMITH e WILDING (1972) a quantidades significativas de minerais expansíveis, como é o caso da mineralogia deste perfil. As argilans iluviais apareceram em muito pequena quantidade neste perfil, sendo que das características pedológicas, as pápulas foram as mais frequentes, ao lado dos lito-relitos.

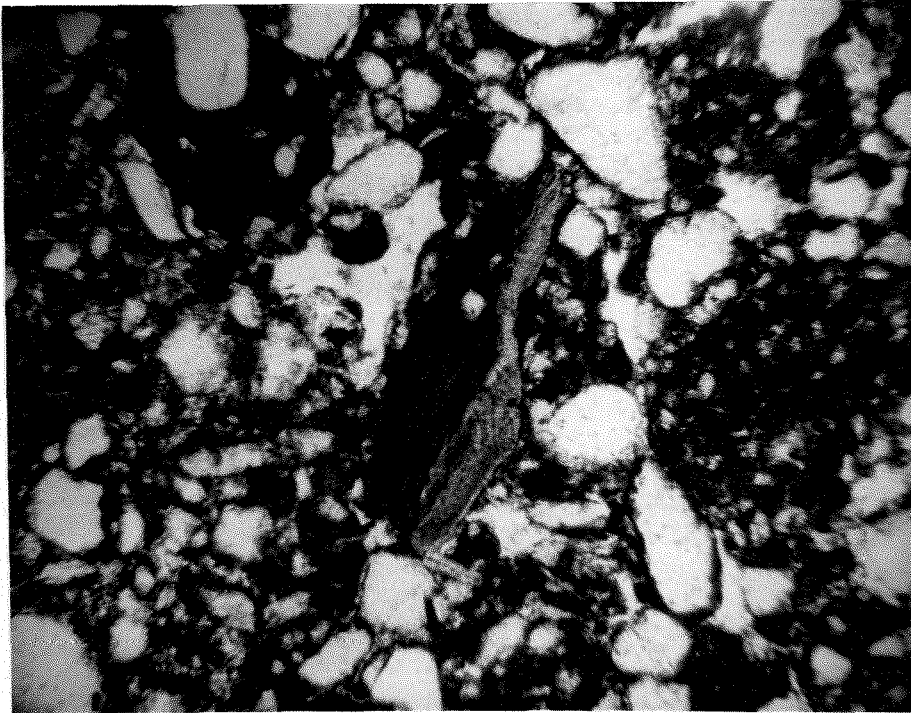


Fig. 63 - Fotomicrografia do horizonte A do perfil P6 (Cambissolo do P4, Podzólico variação Piracicaba), mostrando a matriz mos sêpica, porfirosquêlica, lito-relito, nódulo sesquioxídico, sob polarizadores cruzados (80 X).

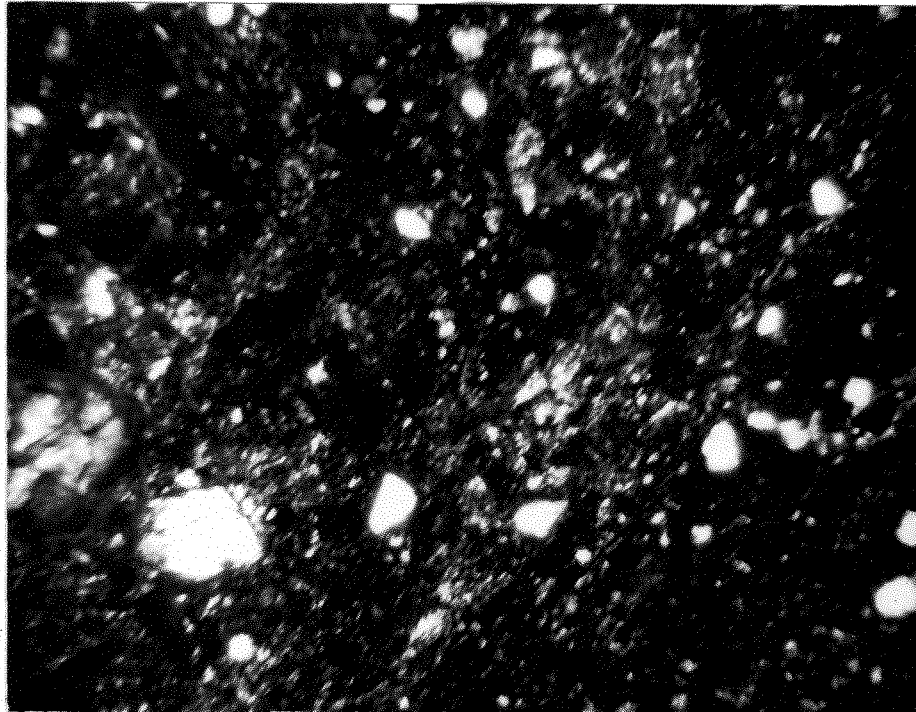


Fig. 64 - Fotomicrografia do horizonte R do perfil P6 (Cambissolo do P4, Podzólico variação Piracicaba), mostrando a matriz mos sêpica, porfirosquêlica, a pequena quantidade de esqueleto mineral, sob polarizadores cruzados (80 X).

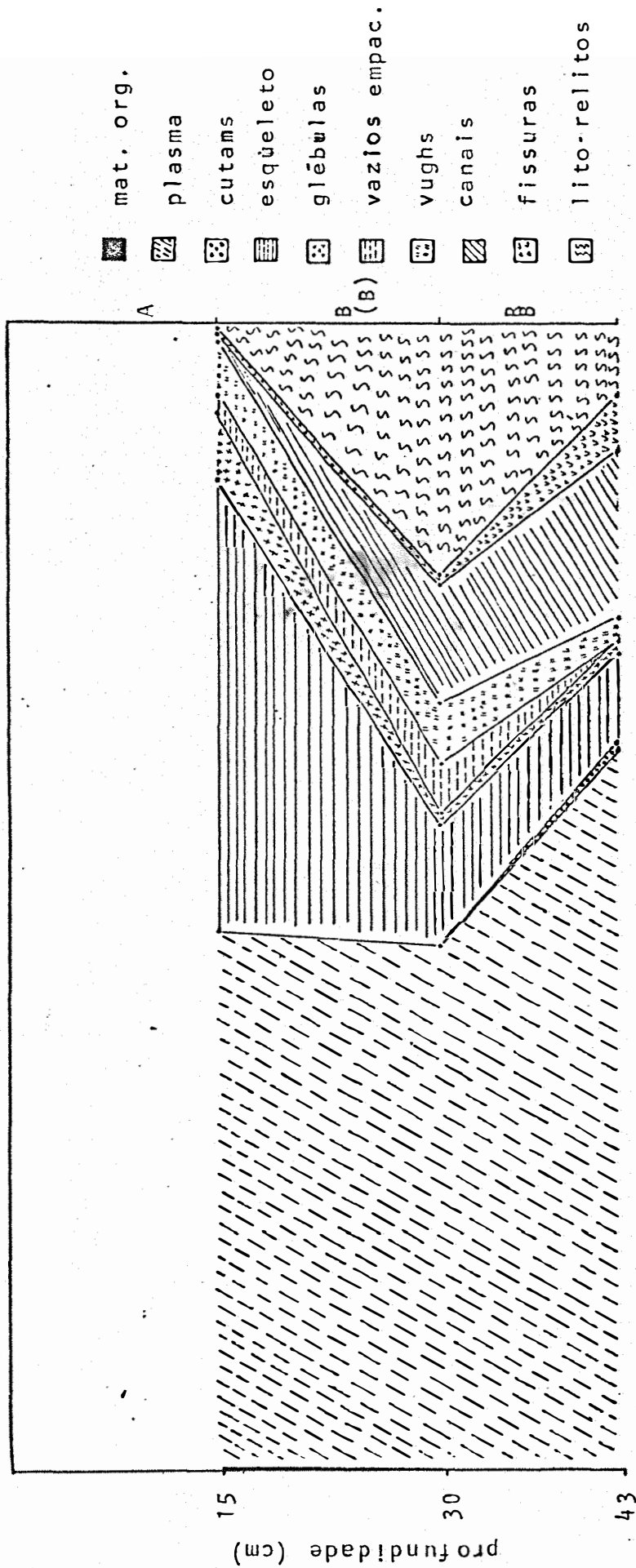


Fig. 65. Distribuição das características micromorfológicas no perfil P6 (Cambissolo).

Observando-se a Figura 65 pode-se comprovar a brusca diminuição na quantidade dos grânulos, fato este também observado no Cambissolo P5. Verifica-se da mesma forma, a presença de lito-reli-tos em grande quantidade, concentrando-se particularmente no hori-zonte B. Também neste Cambissolo anota-se a presença dos canais co-mo os vazios preponderantes, sendo que as fissuras ficaram mais res-tritas às amostras da rocha. As glêbulas representadas por nódulos e pãpulas principalmente, foram relativamente evidentes neste perfil.

Tomando-se os perfis da variação Piracicaba como um todo, pode-se notar que ocorre também uma evolução das característi-cas micromorfológicas dos solos pouco intemperizados para os mais intemperizados. De uma maneira geral, a quantidade dos fragmentos de folhelho decresceu sensivelmente nos solos mais profundos. A ma-triz-s é essencialmente massépica, o que vem refletir a mineralogia da fração argila que possui apreciáveis quantidades de mica. As pã-pulas presentes em todos estes solos devem-se, possivelmente, ao in-temperismo *in situ* de minerais facilmente intemperizáveis. A modera-da concentração de argilans iluviais neste solo, que no entanto cres-ce dos Cambissolos para os solos desenvolvidos, é oriunda, provavel-mente, da destruição motivada pela expansão e contração das argilas. Evidências de tal fato podem ser verificadas pela presença de va-zios do tipo planos e matriz-s lattissépica. A evolução das caracte-rísticas micromorfológicas do horizonte câmbico para o argílico, a-parentemente não acarretou grandes modificações na matriz, que per-

maneceu massépica, mas alterando todavia, aquelas áreas mais próximas ao folhelho e que possuíam matriz lattissépica no Cambissolo. Por outro lado, a quantidade de lito-relitos decresceu do Cambissolo para os mais desenvolvidos, motivada, aparentemente, pelo maior intemperismo.

7. CONCLUSÕES

7.1 - Solos Desenvolvidos Sobre o Arenito

As características morfológicas permitiram evidenciar que os responsáveis pela cor do arenito o eram também pela dos Cambissolos e dos solos mais desenvolvidos. Nessa evolução, verificou-se aumento da espessura do solum, passando o horizonte câmbico para um argílico, sendo que os fragmentos da rocha presentes no câmbico se intemperizam e não aparecem nos solos mais desenvolvidos. Apesar de o Cambissolo ser ainda jovem, a lessivagem já se faz presente, evidenciada pela presença do horizonte A2.

A análise da distribuição das partículas por tamanho, mostrou que à medida que o Cambissolo se desenvolve, ocorre a diminuição da fração média, passando a fração areia fina a ser a domi-

nante, mas que, como um todo, poucas diferenças existem no conteúdo total da fração areia de um para outro. Na fração silte verificou-se um ligeiro acréscimo no sentido dos solos desenvolvidos. Já a fração argila mostrou a evidência da podzolização, com o aumento das quantidades nos horizontes B e diminuição nos horizontes A, no sentido do maior desenvolvimento do solo.

Nas características químicas o pH não mostra diferença na evolução para os solos desenvolvidos, sendo a matéria orgânica um pouco maior no Cambissolo, devido à ação estabilizadora do cálcio e magnésio. A alta saturação em bases do Cambissolo permaneceu nos solos desenvolvidos e foi atribuída à influência do tipo de cimento do material de origem. A CTC (alta) no Cambissolo alterou-se para menor, refletindo os minerais dominantes em cada um desses estágios de desenvolvimento: mica no primeiro e caolinita no segundo. A alta saturação em alumínio no Cambissolo praticamente desapareceu nos solos desenvolvidos, sendo relacionada com a mineralogia dos solos.

Quanto às características mineralógicas, verificou-se que, à medida que o solo ia se desenvolvendo, o ferro, que era principalmente cristalino no Cambissolo, passou para amorfo nos perfis desenvolvidos, enquanto que o alumínio sofreu um intemperismo mais intenso da forma cristalina para a amorfa no horizonte B dos solos mais desenvolvidos. Verificou-se ainda, que existe um íntimo rela-

cionamento entre o conteúdo de argila e os de ferro e alumínio. Os minerais da fração areia foram os mesmos, tanto no Cambissolo como nos solos desenvolvidos, sendo que dentre os leves, o quartzo foi o mineral dominante. Os feldspatos apresentaram-se em menores quantidades, concentrando-se todavia, no Cambissolo. A fração silte basicamente não se alterou com a evolução dos perfis, sendo predominantemente constituída de quartzo, caolinita, feldspato e minerais interestratificados. Também a fração argila não sofreu modificações no processo de evolução, pois que todos os minerais identificados no Cambissolo também estiveram presentes nos solos mais desenvolvidos: caolinita, com contribuição de mica e gibbsita, e minerais interestratificados. O fato de ser sido este último mineral identificado também na rocha refuta a idéia de que o mesmo é um indicador dos estágios avançados de intemperismo. O que se verificou de diferença entre eles, foi um aumento da cristalinidade dos minerais no sentido do Cambissolo para os desenvolvidos. Smectita e atapulgita encontradas por outros autores não o foram nestes solos, evidenciando a heterogeneidade mineralógica do Arenito Bauru.

As observações micromorfológicas identificaram a existência de argilans iluviais nos horizontes (B) e Bt, as quais aumentaram nesse mesmo sentido, além de que o gradiente textural abrupto entre os horizontes A e B é mais devido a resultados pedogenéticos de translocação e iluviação de argila do que resultado de descontinuidade litológica. O plasma sépico do Cambissolo altera-se pa

ra fracamente sêpico nos perfis mais desenvolvidos, fato este atribuído à mineralogia da argila.

7.2 - Solos Derivados do Folhelho

As características morfológicas dos perfis bem desenvolvidos da variação Piracicaba, bem como a dos Cambissolos correspondentes evidenciaram que a cor destes permaneceu naqueles, mostrando ser esta uma característica herdada, e relacionada com os teores de ferro encontrados nos perfis, sendo a herança também a responsável pela estrutura, que não se modificou com o maior desenvolvimento dos solos. Já a textura sofreu evolução do Cambissolo para os mais desenvolvidos, passando para a classe argila, havendo também o aumento da espessura do solum. Com respeito às cutans verificou-se ser esta uma característica órtica, desenvolvida no sentido Cambissolo-solos mais desenvolvidos. A presença de linha de seixos nos perfis foi tomada como uma evidência, entre outras características, da heterogeneidade do material formador destes solos.

A análise granulométrica revelou que a fração silte, encontrada em grande quantidade no Cambissolo, evolui nos mais desenvolvidos para a fração argila e que o horizonte câmbico evolui para um argílico, através do aumento da quantidade de argila no B em relação ao A1 provavelmente sem ter necessitado de um tempo muito longo para tal, visto que as relações argila fina : argila total mantêm-se praticamente nos mesmos níveis tanto no Cambissolo como nos mais desenvolvidos.

Na evolução das características químicas, o pH não sofreu modificação dos Cambissolos para os solos mais desenvolvidos, sendo bastante ácido. A soma de base dos Cambissolos evoluiu para valores menores nos solos desenvolvidos, sendo que a saturação em bases obedeceu o mesmo fenômeno tanto num como noutro estágio de desenvolvimento: concentração nos horizontes superiores, devida provavelmente à reciclagem. A CTC mostrou alterar-se com a evolução para solos mais desenvolvidos, refletindo a mudança da mineralogia micácea para caolinita e micas. Altos valores para a saturação em alumínio foram observadas em todos os perfis desta variação.

A mineralogia demonstrou que o Cambissolo possui muito mais ferro cristalino que os solos mais desenvolvidos, concluindo-se pois que a evolução se processa nesse sentido. Já o chamado alumínio cristalino foi somente um pouco maior que as formas amorfas, nos Cambissolos, concluindo-se que o mesmo sofre pouca interferência dos processos de intemperismo. Foi verificado também que ambos (ferro e alumínio) estão intimamente relacionados com o conteúdo de argila, tanto no Cambissolo como no solo mais desenvolvido. Na fração areia, além do quartzo, que apareceu em grande quantidade, pequenas quantidades de feldspatos foram verificadas, ao lado de quantidades maiores de micas, tanto no Cambissolo quanto nos perfis mais desenvolvidos, ocorrendo a transformação dos fragmentos de folhelho presentes no Cambissolo, pois que estes não apareceram nos perfis mais desenvolvidos. Desse modo as micas identificadas na fração argila

dos perfis mais desenvolvidos são herdadas da fração areia e consequentemente a vermiculita foi provavelmente fruto do intemperismo da mica. A fração silte dos Cambissolos e dos solos mais desenvolvidos não foi alterada pela evolução dos solos, mantendo-se praticamente a mesma: quartzo (dominantemente), micas e minerais interestratificados. Nota-se que os feldspatos que aparecem somente nos Cambissolos se intemperizam para caolinita nos perfis mais desenvolvidos, visto ter sido constatada a presença da mesma em um dos perfis desenvolvidos estudados. A mineralogia da fração argila revelou que a evolução do Cambissolo para solo mais desenvolvido manifesta-se pelo intemperismo da mica para caolinita já no Cambissolo e que no perfil mais desenvolvido constatou-se a presença também de vermiculita e interestratificados, além do quartzo.

As características micromorfológicas do horizonte câmbico, evoluíram para o argílico dos solos mais desenvolvidos de maneira que a matriz com fábrica massépica e áreas lattissépicas do Cambissolo apresenta-se essencialmente massépica nos mais desenvolvidos, refletindo a mineralogia da fração argila, constituída de quantidades apreciáveis de mica. Os fragmentos de folhelho presentes no Cambissolo intemperizaram-se aparecendo como pápulas nos perfis mais desenvolvidos.

8. SUMMARY

The evolution of pedologic characteristics of soils found overlying Bauru sandstone and Estrada Nova shale formations was studied by means of profiles representative of a wide range of soil developmental stages namely two Lins and Marilia Podzolized - Marilia variation profiles occurring in Monte Alto municipality and two Red-Yellow Podzolic - Piracicaba variation profiles, occurring in Charqueada and Rio Claro municipalities, respectively. These were considered to be well developed profiles. A Cambissol was selected at each of these localities to represent the less developed profiles. Pedological development was observed through an analysis of data obtained from morphological, particle-size distribution, chemical, mineralogical and micromorphological determinations.

The interpretation of the results led to the following main conclusions:

1. Soils developed over Bauru Sandstone

- a. an argillic horizon evolved from a cambic resulting in a thicker solum. Clay content increased in the B horizon in relation to the A. During the development process, aluminum saturation decreased considerably whereas base saturation remained practically unaltered, though CEC decreased due to alteration in the nature of clay minerals. Crystalline iron was found to diminish in favor of amorphous forms. Thin section studies indicated that as the soil profile goes, through development illuvial clays tend to increase.

2. Soils developed over Estrada Nova Shale

- b. soil profile development resulted in an increase in clay content in the subsurface horizon whereas color and structure remained unaltered. The cambic horizon changed to an argillic, sum of bases and CEC decreased.

General observations applicable to both groups, of soils indicated that kaolinite in the clay fraction substituted for mica due to the developmental process from Cambisol to a fully developed Podzolized profile.

9. LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, E.B. A chronosequence of soils on terraces along the Cauca River, Colombia. PhD Dissertation. Ohio State University. 1970. Diss. Abstr. 1970.
- ALMEIDA, F.F.M. de e BARBOSA, O. Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo, Bol. 143, Depto. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro. 1953.
- ALOISI, R.R.; RANZANI, G.; DEMATTÊ, J.L.I. e CERRI, C.C. Mineralogia da fração argila de alguns solos do Município de Jaboticabal, SP. IN: Congr. Bras. Ci. Solo, 15º, Campinas, SP., 1975, Anais. Soc. Bras. Ci. Solo, Campinas, p. 457-460. 1976.
- AMARYCKX, J. e WALSCHOT, L. Note on a fossil utis ol. Pédologie, Ghent, 12: 196-203. 1962.

- ARIMURA, S. e KANNO, I. Genesis and classification of a red-yellow soil derived from crystalline schist, Kurogy, Kyushu. Part 4: Micropedological features. Bull. Kyushu Agric. Exp. Str 12: 93-111. Apud Bibliography on Selected References to Micropedology (1968-1964). Supplement to N° 1000, N° 1306. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
- BARRAT, B.C. A micromorphological investigation of structural changes in the topsoil of Patumahoe clay loam used for market gardening. New Zealand J. Sc., 14(3): 580-598. Sept 1971. (Separata).
- BARRAT, B.C. Micromorphology of some yellow-brown earths and podzols of New Zealand. N.Z.J. agric. Res. 8: 997-1042. 1965.
- BAUR, A.J. e LYFORD, W.H. Sols bruns acides of the north-eastern United States. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 21: 533-536. 1957.
- BILZI, A.F. e CIOLKOSZ, E.J. A field morphology rating scale for evaluating pedological development. Soil Sci., New Brunswick, 124(1): 45-48. July 1977b.
- BILZI, A.F. e CIOLKOSZ, E.J. Time as a factor in the genesis of four soils developed in recent alluvium in Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Amer. J., Madison, 41(1): 122-127, Jan.-Feb., 1977a.
- BIRKELAND, P.W. Pedology, Weathering, and geomorphological research. Oxford University Press, Inc., New York, 1974, 285 p.
- BLUME, H.P. e SCHWERTMAN, U. Genetic evaluation of the profile distribution of aluminium, iron and manganese oxides. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 33: 438-444. 1969.

BOURNE, W.C. e WHITESIDE, E.P. A study of the morphology and pedogenesis of a medial chernozem developed in loess. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison 26(5): 484-490, Sept/Oct., 1962.

BRASIL, Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha Topográfica de Piracicaba. Carta do Brasil, 1:50000. 1969.

BRASIL, Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha Topográfica de Rio Claro. Carta do Brasil, 1:50000. 1969.

BRASIL, Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha Topográfica de Taiúva. Carta do Brasil, 1:50000. 1971.

BRASIL, Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha Topográfica de Taquaritinga. Carta do Brasil, 1:50000. 1972.

BRASIL. Serv. Nac. de Pesq. Agronômicas. Comissão de Solos - Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura, CNEPA. 1960. 634 p. (Bo1. 12)

BREWER, R. Mineralogical examination of a yellow Podzolic soil formed on granodio rete C.S.R.I.O. (Australia). Soil Publ. 5, 28 pp. 1955. Apud Bibliography on Podzolization: mineralogy and weathering (1965-1947). Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.

- BREWER, R. A petrographic study of two soils in relation to their origin and classification. J. Soil Sci., Oxford, 7(2): 268-279, Sept., 1956.
- BREWER, R. Use of macro- and micromorphological data in soil stratigraphy to elucidate surficial geology and soil genesis. J. Geol. Soc. Australia 19: 331-344, 1972.
- BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. Reprint by R.E. Krieger Publ. Co., Huntington, N.Y. 1976. 482 p.
- BROWN, G. ed. The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society, London. 1961. 544 p.
- BRYANT, J.P. e DIXON, J.B. Clay mineralogy and Weathering of a red-yellow podzolic soil from quartz mica schist in the Alabama Piedmont. Clays and Clay Minerals 19, Proc. 12th nat. Conf. 1963, p. 509-521.
- BULLOCK, P.; MILFORD, M.H. e CLINE, M.G. Degradation of argillic horizons in Udalf soils of New York State. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 38: 621-628. 1974.
- CADY, J.G. Mineral occurrence in relation to soil profile differentiation. IN: Selected papers in soil formation and classification - S.S.S.A. special publication. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, (1): 336-341.
- CARVALHO, A. Solos da região de Marília: relações entre a pedogênese e a evolução do relevo. Tese de Doutorado, Depto. de Geografia, F.F.L.C.H., USP, São Paulo, 1976. 163 p.

CARVALHO, A.M. de. Análise difratométrica da fração argila da massa do solo e do material cutânico em perfis de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba e Terra Roxa Estruturada. Dissertação de Mestrado, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 1975. 52 p.

CHERNOV, V.P. Typical podzolic soils of the Perm region, formed on mantle and moraine loams. Pochvovedenie 3: 1-12. 1965. Apud Bibliography on Podzolization: mineralogy and weathering. (1965-1947), N° 1002. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.

COFFIN, D.E. A method for the determination of free iron in soils and days. Can. J. Soil Sci., 43: 7-17. 1963.

DANIELS, R.B.; GAMBLE, E.E. e CADY, J.G. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Adv. in Agronomy, 23: 51-89. 1971.

DECHEN, S.C.F. e MENDES, A.C.T. Impregnação de amostras de solo com Polylite 8001. Anais Escola Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 32. 1975. (no prelo).

DEMATTE, J.L.I. Gênese e classificação de solos iriginados do grupo geológico Estrada Nova - município de Piracicaba. Tese de Livre-Docência, Escola Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. 1970. 123 p.

DEMATTE, J.L.I. Characteristics and classification of a toposequence of soils near Piracicaba, Brazil. Tese de Phd, Ohio State University, Ohio, 1975. 298 p.

- DEMATTE, J.L.I.; MONIZ, A.C. e PESSOTTI, J.E.S. Solos originados de sedimentos do grupo geológico Estrada Nova, município de Piracicaba. I - Análise mineralógica quantitativa da fração argila. R.bras. Ci. Solo, 1(1): 43-47, jan-abr., 1977-a.
- DEMATTE, J.L.I.; WILDING, L.P. e HOLOWAYCHUK, N. Solos da região de São Paulo, Estado de São Paulo: III. Micromorfologia. R. bras. Ci. Solo, 1: 104-107 (2 e 3), maio-dez. 1977b.
- DROSDOFF, M. e NIKIFOROFF, C.C. Iron-manganese concretions in Dayton soils. Soil Sci., New Brunswick, 49: 333. 1940.
- DURAND, J. Some soils of the Akfadov forest, and of the environs of yakovren (Great Kabylia). Ann. Agron. 2: 102-126, 1951.
- DYAL, R.S.; MARTIN, I.L. e TEMPLIN, E.H. Red-yellow podzolic soils of the southeastern United States: II. Character of the clay fractions of Ruston, Stephenville, Boswell, Windthorst, Cahaba, Leaf and Axtell. Agron. J. 43: 482-487. 1951.
- ESCOBAR, E.H. Gênese e classificação de alguns solos da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto, município de Rio das Pedras. Dissertação de Mestrado, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, nov. 1969. 59 p.
- ESWARAN, H. Poin-count analysis as applied to soil micromorphology. Pédalogie, Ghent, 18(2): 238-252.
- ESWARAN, H. Micromorphological indicators of pedogenesis in some tropical soils derived from basalts from Nicaragua. Geoderma, Amsterdam, 7(1-12): 15-31. 1972.

- E.U.A. Department of Agriculture, Soil Survey Staff - Soil Taxomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C. Soil Conservation Service, 1975. 754 p. (Agriculture Handbook, 436).
- FISROVA, V.P. Characteristics of forest soils on the northern trans-Urals. Pochvovedenic, 3: 23-30. 1967. Apud Bibliography on Clay migration and clay skins (1969-1959), N° 1356. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
- FLACH, K.W. "Soils bruns acides" in the North-eastern United States: genesis, morphology, and relationships to associated soils. Diss. Abstr. 21: 283. 1960.
- FOLLET, E.A.A.; McHARDY, W.J.; MITCHELL, W.J. e SMITH, B.F.L. Chemical dissolution technique in the study of soil clays. Clay Minerals, 6: 35-43. 1965.
- FÜLSTER, H. e LADEINDE, T.A.O. The influence of stratification and age of pedisediments on the clay distribution in ferruginous tropical soils. Pédologie, Ghent, 17: 212-231.
- FOX, J.P. Note on the occurrence of a red yellow podzolic soil and associated ground water podzol on Viti Levu, Fiji Trans. 5^o Int. Congr. Soil Sci., 4: 28-31. 1954.
- FRANZMEIER, D.P.; WHITESIDE, E.P. e MORTLAND, M.M. A chronosequence of podzols in northern Michigan. III. Mineralogy, micromorphology and net changes occurring during soil formation. Mich. agric. Exp. Sta. quart. Bull. 46: 37-57. 1963.

- FREITAS, R.O. de. O Grupo Bauru. Geologia do Estado de São Paulo. Inst. Geogr. e Geol. Bol. São Paulo, Bol. 41, p. 167-263. 1964.
- GANEV, S. Cation-exchange characteristics in relation to clay formation and distribuion within the profile of podzolized soils in Bulgaria. Pochv. Agrokhim, 3(5): 23-34. Apud Bibliography on Clay Migration and Clay skins (1969-1959), N° 1356. Cammonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
- GERASIMOV, J.P. e GLOZAVSKAYA, M.A. Fundamentals of soil science and soil geography. Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, p. 111-117. 1965.
- GIDDENS, J.; PERKINS, H.F. e CARTER, R.L. Soils of Georgia. Soil Sci., New Bounswick, 89: 229-238. 1960.
- GJEMS, O. Some notes on clay minerals in podzol profiles in Fennoscandia. Clay Min. Bull. 4: 208-211. 1960.
- GRADUSOV, B.P. e DZYADEVICH, G.S. Chemical and mineralogical composition of clay fractions of strongly podzolic soil in connexion with the migration of elements. Pochvovedenie, 7: 59-66. 1961. Apud Bibliography on Micropedology (1965-1956), N° 1008. Commonwealth Bureau of Soils, Harpender, England.
- HAPPSTEAD, M. e RUST, R.H. A pedological characterization of five profiles in gray wooded soils area of Minnesota. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 28: 113-118.
- JACKSON, M.L. Weathering of primary and secondary minerals in soils. Proc. 9th Interna. Soil Sci. Congress, Adelaide, Austrália, 1968. Transactions 4: 281-292. 1968.

- JACKSON, M.L. Soil Chemical Analysis Advanced course. 2nd edition. co. Published by the author, Madison, Wisconsin, 1969. 895 p.
- KALPAGE, F.S.C.P.; MITCHELL, B.D. e MITCHELL, W.A. The mineralogy of some Ceylon soils. Clay Min. Bull. 5: 308-318. 1963.
- KARPACHEVSKII, L.O. Micromorphological investigation of the processes of leaching and podzolization of soils under forest. Pochvo-vedenie, 5: 43-52. Apud Bibliography on Podzolization: mineralogy and weathering (1965-1947), Nº 1003. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
- KHALIFA, E.M. e BUOL, S.W. Studies of clay skins in a Cecil (typic hapendult) soil: I. Composition and genesis. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, 32: 857-861. 1968.
- KILMER, V.J. e ALEXANDER, L.T. Method of making mechanical analysis of soils. Soil Sci., New Brunswick, 68(1): 15-26, Jul. 1949.
- KREBS, R.D. e TEDROW, J.C.F. Genesis of red-yellow podzolic and related soils in New Jersey. Soil Sci., New Brunswick, 85: 28-37. 1958.
- KRUMBEIN, W.C. e PETTIJOHN, F.J. Manual of Sedimentary Petrography. Appleton - Century - Crofts Inc., New York, 1938, 549 p.
- LEMOS, R.C. de e BENNEMA, J. Podzolic soils in calcareous sandstone in São Paulo State, Brazil. Proc. 7th Intern. Congress of Soil Sci., Madison, Wisc. 1960. Transactions 37: 265-270. 1960.

- LEMOS, R.C. de e SANTOS, R.D. de. Manual de método de trabalho de campo. 4ª impr. Soc. Bras. Ci. Solo, Comissão de Método de Trabalho de Campo, Campinas, 1976. 36 p.
- LEPSCH, I.F. Genesis, morphology and classification of soils in an Oxisol-Ultisol toposequence in São Paulo State, Brazil. Dissertação de M.S., North Carolina State University, Raleigh. 89 p. 1973.
- LEPSCH, I.F. Soil-landscape relationships in an area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brazil. Tese de Phd, North Carolina State University, Raleigh, 1975. 163 p.
- LEPSCH, I.F. e BUOL, S.W. Investigations in an Oxisol - Ultisol toposequence in São Paulo State, Brazil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 38: 491-496. 1974.
- LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W. e DANIELS, R.B. Soil landscape relations in an area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brasil. I - Geomorphic surfaces and soil mapping units. Soil Sci. Amer. J. Madison, 41(1): 104-109. 1977a.
- LEPSCH, I.F.; MONIZ, A.C. e ROTTA, C.L. Evolução mineralógica de solos derivados da Formação Bauru em Echaporã, São Paulo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 1(1): 38-43, jan.abr., 1977b.
- LEPSCH, I.F.; ROTTA, C.L. e VALADARES, J.M.A. da S. Mineralogia, classificação e formas de potássio em solos da Estação Experimental de Pindorama, SP. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2(1): jan.-abr., 1978.

- LYFORD, W.H. Characteristics of some podzolic soils of the north-eastern United States. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 16: 231-235. 1952.
- MALAGON CASTRO, C. Mineralogia de Suelos. Instituto Geográfico "Augustin Codazzi", Subdirección Agrológica, volumen XI, nº 1, 1975. 828 p.
- MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento de estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. S.A., CPRN, Inst. Geogr. e Geol, 1974. 163 p. (Bol. 51).
- McCALEB, S.B. The genesis of the Red-Yellow Podzolic Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 23(2): 164-168, Mac./Apr. 1959.
- McCRACKEN, R.J.; WEED, S.B.; GOLDSTON, E.F. Planosolic piedmont soils of North Caroline: I. Morphology and composition. Soil Sci., New Brunswick, 98: 22-32, 1964.
- McKEAGUE, J.A. Properties and genesis of three members of the Uplands Catena. Canad. J. Soil Sci. 45: 63-77. 1965.
- McKEAGUE, J.A.; BRYDON, J.E. e MILES, N.M. Differentiating forms of extractable iron and aluminium in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 35: 33-38. 1971.
- McKEAGUE, J.A. e DAY, J.H. Dithionite and oxalate - extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Can. J. Soil Sci. 46: 13-22. 1966.

- MEHRA, O.P. e JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and stays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Proc. 7th Nat. Conf. on Clays and Clay Minerals, pp. 317-327. Pergamon Press, New York. 1960.
- MEKARU, T. e UEHARA, G. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 36: 296-300. 1972.
- MENDES, A.C.T.; FALCI, S.C. e DEMATTÊ, J.L.I. Seções Delgadas de solos: método de impregnação. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 30:35-48, 1973.
- MERMUT, A. von e PAPE, Th. Mikromorphologie von in situ gebildeten Tonhäutchen in Böden. LEITZ - Mitt. Wiss. u. Techn. Bd. v(Nr 8): 243-246, Wetzlar, Jan. 1973.
- METALSKI, R.P. e TURK, L.M. Heavy minerals in some podzol soil profiles in Michigan. Soil Sci. New Brunswick, 64: 469-487, 1947.
- MONIZ, A.C.; KIYOHARA, P.K.; CARVALHO, A. e SANTOS, P. de S. Natureza mineralógica da fração argila de solos derivados do Arenito Bauru. In: Congr. Bras. Ci. Solo, 15^o Campinas, 1975. Anais, Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1976. p. 525-535.
- MONIZ, A.C. e CARVALHO, A. Sequência de evolução de solos derivados do Arenito Bauru e rochas básicas da região noroeste do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 32: 309-335, 1973.
- MOORE, T.R. The distribution of iron, manganese and aluminium in some soils from North-East Scotland. J. Soil Sci. 24: 162-171. 1973.

- MOREIRA, G.N.C. Características e classificação de uma toposequência de solos na região de Jequitaiá, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, jun. 1979. 107 p.
- NASH, V.E. Chemical and mineralogical properties of an Orangeburg profile. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 27: 688-693. 1963.
- NETTLETON, W.D.; McCracken, R.J. e DANIELS, R.B. Two North Carolina coastal plain catenas: II. Micromorphology, composition and fragipan genesis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 32(4): 582-587, jul/aug. 1968.
- OLLIER, C.D. A two cycle theory of tropical pedology. J. Soil Sci., Oxford, 10: 137-148. 1959.
- OLIVEIRA, J.B.; ALFONSI, R.R. e PEDRO Júnior, M.P. Regimes hídrico e térmico dos solos do Estado de São Paulo. In: Congr. Bras. Ci. Solo, 15º, Campinas, SP, 1975. Anais, Soc. Bras. Ci. Solo, Campinas, p. 359-362. 1976.
- PAIVA NETO, J.E.; CATANI, R.A.; KUPPER, A.; NASCIMENTO, A.C. e MEDINA, H.P. Observações gerais sobre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 11: 227-253. 1951.
- PARFENOVA, E.I.; MOCHALOVA, E.F.; TITOVA, N.A. Micromorphology and chemism of humus-clay new-formations in gray forest soils. "Soil Micromorphology", Proc. 2º int. WRMtg Soil Micromorph. Arnhem, 201-212.

- PAULUK, S. Characteristics of 14 Å clay minerals in the B horizons of podzolized soils of Alberta. Proc. 11th nat. Conf. Clays, 74-82. 1963.
- PENTEADO, M.M. Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista. Tese de Doutorado, Fac. Fil.Ci. Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1968. 151 p.
- PENTEADO, M.M. Novas informações a respeito dos povimentos detríticos ("stone lines"). Not. Geomorfol., Campinas, 9(17): 15-41, jun. 1969.
- PENTEADO, M.M. e RANZANI, G. Aspectos geomorfológicos e os solos do município de Jaboticabal. Geographica, ano 7, nº 25: 42-61. Soc. Geogr., Lisboa, 1971. (Separata).
- PENTEADO, M.M. e RANZANI, G. Problemas geomorfológicos relacionados com a gênese dos solos podzolizados - Marília. Sedimentologia e Pedologia, nº 6, I.G., USP. 23 p.
- PRESCOTT, J.A. e PENDLETON, R.L. Laterite and lateritic soils. Commonwealth Bureau of Soil Sci. Harpenden, England. Tech. Communication 47. 1952.
- QUEIROZ NETO, J.P. de. Interpretação dos solos da Serra de Santana para fins de classificação. Tese de Doutorado, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP., Brasil. 1969. (Mimeografado).
- QUEIROZ NETO, J.P. de, CARVALHO, A.; JOURNAUX, A. e PELLERIN, J. Geologia de alteração dos solos da região de Marília, SP. (I). Sedimentologia e Pedologia, nº 5, I.G., USP, São Paulo, 55 p. 1973.

- RAIJ, B. van e PEECH, M. Electrochemical properties of some oxisols and alfisols of the tropics. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 36: 587-593. 1972.
- RAIJ, B. van e ZULLO, M.A.T. Métodos de análise de Solos. Campinas, Instituto Agrônômico, 16 p. jan. 1977 (Circular nº 63).
- RICH, C.I. e OBENSHAIN, S.S. Chemical and Clay mineral properties of a Red-Yellow Podzolic soil derived from muscovite schist. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 19: 334-339. 1955.
- RITCHIE, A.; WILDING, L.P.; HALL, G.F. e STAHNKE, C.R. Genetic implications of B horizons in Aqualfs of Northeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 38: 351-358. 1974.
- RIVERS, E.D.; GODFREY, C.L. e KUNZE, G.W. Physical, chemical, and mineralogical properties of the Lakeland soil series in Texas. Soil Sci., New Brunswick, 96: 395-403.
- RODE, A.A. Podzolization and lessivage. Pochvovedenic nº 7: 9-23. 1964. Apud: Bibliography on Clay Migration and Clay Skins, nº 1356. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
- ROSTAD, H.P.W.; SMECK, N.E. e WILDING, L.P. Genesis of argillic horizons in soils derived from coarse-textured calcareous gravels. Soil Sci. Soc. Amer. J., Madison, 40: 739-744. 1976.
- RUTHERFORD, G.K. A micropedological study of the genesis of a Gray-brown Podzolic soil in south eastern Ontario (Canada). Geoderma, Amsterdam, 1: 277-287. 1967.

- SANCHEZ, M.C. Contribuição ao conhecimento das bases naturais dos municípios de São Pedro e Charqueada (SP). Not. Geomorf., Campinas, 11(21): 47-60. jun. 1971.
- SCHLICHTING, E. e BLUME, H.P. The kind and extent of alteration in the clay mineral composition of typical soils from early Pleistocene moraine marl, and their horizons. Z. Pflanzernähr. Düng. Bodenkunde, 95: 227-239.
- SCHWERTMANN, U. The differentiation of iron oxide in soils by a photochemical extraction with acid ammonium oxalate. Z. Pflanzernähr. Düng. Bodenkunde, 105: 194-201. 1964.
- SCHWERTMANN, U.; FISHER, W.R. e PAPENDORF, H. The influence of organic compounds on the formation of iron oxides. Proc. 9th Intern. Congress of Soil Sci., Adelaide, Austrália, 1968. Transactions 1: 645-655, 1968.
- SETZER, J. Os solos do Estado de São Paulo. Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, Brasil. 1949. 387 p. (Publ. 6).
- SIMONSON, R.W. Genesis and classification of Red-Yellow Podzolic Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 14: 316-319. 1949.
- SIMONSON, R.W. Modern concepts of soil genesis. A Symposium outline of a generalized theory of soil genesis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 23: 152-156. 1959.
- SMITH, B.R. e BUOL, S.W. Genesis and relative weathering intensity studies in three semiarid soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 32: 261-265. 1968.

SMITH, H. e WILDING, L.P. Genesis of argillic horizons in Ochraqualfs derived from fine textured till deposits of Northwestern Ohio and Southeastern Michigan. Soil Sci. Soc. Amer. J., Madison, 36: 808-815. 1972.

SOMBROEK, W.G., Amazon soils. A reconnaissance of the soils of the brazilian Amazon region. Centre for Agricultural Publications and Documentations. Wageningen.

SOUZA, J.J. de e DEMATTÊ, J.L.I. Aspectos relacionados entre os solos e a paisagem da região de Itacemópolis, Estado de São Paulo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 3. 1979 (no prelo).

STOOPS, G. Micromorphology of some characteristic soils of the Lower Congo (Kinshasa). Pedologie, Ghent, 18: 110-149. 1968.

SYS, C. The significance of clay skins in certain soils of Ituri (Belgian Congo). Proc. 3rd interafr. Soils Conf., 169-176. 1959.

THORP, J.; CADY, J.G. e GAMBLE, E.E. Genesis of Miami silt loam. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 23(2): 156-161, Marc./Apr. 1959.

UBEDA MOLINA, A.I.A.C. de. Identification of podzolic soils of Tierra del Fuego by means of their petrological characteristics. Idia N° 77, 16 pp. Apud Bibliography on Podzolization: mineralogy and weathering (1965-1947), N° 1003. Commonwealth Bureau of Soils. Harpenden, England.

VETTORI, L. Métodos de análises de solos. Ministério da Agricultura. Boletim Técnico n° 7. Rio de Janeiro, Brasil.

APÊNDICE 1

Descrições morfológicas
dos perfis de solos

PERFIL P 1

Classificação: Solo Podzolizado de Lins e Marília - variação Marília.

Localização: Estado de São Paulo, município de Monte Alto, na estrada que liga Jaboticabal a Ibitirama, a 1 km de Ibitirama e à margem esquerda da estrada.

Situação e declive: Trincheira aberta a 500 m da estrada, com 2% de declive.

Altitude: 665 metros.

Formação geológica: Arenito Bauru.

Relevo: Suavemente ondulado com forma côncava e extensão longa.

Drenagem: Boa.

Uso da terra: Cultura de mamão.

Morfologia:

Ap 0-18 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/3, úmido), bruno avermelhado (5YR 4/4, amassado), cinzento avermelhado (5YR 5/2 seco); areia franca; fraca, composta, prismática e blocos, muito pequena; macio, friável, não plástico e não pegajoso; transição abrupta e plana; raízes bastantes, finas e grossas; fragmentos de carvão; galerias biológicas.

- B11 19-38 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); franco argilo arenoso; fraca, composta, prismática e blocos, muito pequena; ligeiramente duro; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana; raízes bastantes e grossas; fragmentos de carvão; galerias biológicas abundantes (diâmetro médio de 2 mm).
- B12 38-50 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido), bruno avermelhado (5YR 5/4, seco); franco argilo arenoso; moderada, composta, prismática e blocos, pequena; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana; raízes bastantes e grossas; fragmentos grandes de carvão; galerias biológicas bem visíveis com material iluvial.
- B21t 50-93 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); vermelho amarelado (5YR 4/8, seco); franco argilo arenoso; moderada, composta, prismática e blocos, pequena; cerosidade fraca e pouco; macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada; raízes escassas e grossas; macroporos visíveis a olho-nu; galerias biológicas com material iluvial.

- B22t 93-123 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); vermelho amarelado (5YR 4/8, seco); franco argilo arenoso; fraca, composta, prismática e blocos, pequena; cerosidade fraca e comum; macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana; raízes ausentes; macroporos ainda visíveis.
- B3 123-195 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/8, seco); franco argilo arenoso; fraca, composta, prismática e blocos, pequena; macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada; raízes ausentes; pequenos canais biológicos.
- R1 195-285 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/8, seco), franco arenoso.
- R2 285-410 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/8, seco); franco arenoso.

PERFIL P 2

Classificação: Solo Podzolizado de Lins e Marília - variação Marília.

Localização: Estado de São Paulo, município de Monte Alto, na estrada que liga Jaboticabal a Ibitirama, a 2 km de Ibitirama e à margem esquerda da estrada.

Situação e declive: trincheira aberta, a 200 m da estrada, com 2% de declive.

Altitude; 655 metros.

Formação geológica: Arenito Bauru.

Relevo: Suavemente ondulado com forma côncava e extensão longa.

Drenagem: Boa.

Uso da terra: Cultura de mamona.

Morfologia:

Ap 0-18 cm; cinzento avermelhado (5YR 5/2, úmido), cinzento avermelhado escuro (5YR 4/2, amassado), cinzento avermelhado (5YR 5/2, seco); areia, fraca, composta, prismática e blocos, pequena; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana; raízes abundantes, finas e grossas; canais biológicos abundantes.

- A2 18-38 cm; bruno avermelhado (5YR 4/3, úmido); bruno avermelhado (5YR 5/3, seco); areia franca; fraca, composta, prismática e blocos, pequena; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana; raízes abundantes, finas e grossas; canais biológicos grandes (diâmetro médio de 5 cm); presença de fragmentos de carvão.
- A3 38-53 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), bruno avermelhado (5YR 5/3, seco); franco arenoso; moderada, composta, prismática e blocos, média; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana; raízes bastantes, finas e grossas; fragmentos de carvão; fragmentos de rocha intemperizada.
- B1 53-68 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), bruno avermelhado (5YR 5/4, seco); franco arenoso; moderada, composta, prismática e blocos, média; duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; raízes bastantes, finas e grossas, canais biológicos grandes; fragmentos de carvão; fragmentos de rocha intemperizada.
- B21t 68-97 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco), franco argilo a-

renoso; moderada, composta, prismática e blocos, médio; cerosidade forte e abundante; duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; raízes escassas e finas; pequenos canais biológicos.

B22t 97-132 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); franco argilo arenoso; moderada, composta, prismática e blocos, média; cerosidade forte e abundante; duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada; raízes ausentes; macroporos presentes.

B3 132-182 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); franco argilo arenoso, moderada, composta, prismática e blocos, pequena a média; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes ausentes; macroporos presentes.

PERFIL P7

Classificação: Cambissolo do Perfil P1 e P2.

Localização: Estado de São Paulo, município de Monte Alto, a 100 m do entroncamento das rodovias para Monte Alto, Vista Alegre e Taquaritinga, no sentido Taquaritinga(rodovia SP-323), lado direito do entroncamento.

Situação: Trincheira aberta a 10 m da estrada em alto de elevação, com 5% de declive.

Altitude: 630 metros.

Formação Geológica: Arenito Bauru

Relevo: Ondulado.

Drenagem: Boa.

Uso da terra: Pastagem de gramínea

Morfologia:

Ap 0-15 cm; bruno escuro (10YR 4/3, úmido), bruno escuro (10YR 4/3, amassado), bruno claro acinzentado (10YR 6/3, seco), areia franca; fraca, composta, prismática e blocos, muito pequena; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana; raízes abundantes e finas; fragmentos de carvão; macroporos;

- A2 15-45 cm; bruno escuro (10YR 4/3, úmido), cinzento ro-
sado (10YR 6/2, seco); areia franca; maçica porosa
que se desfaz em pequenos grânulos; macio, muito friã-
vel, não plástico, não pegajoso; transição abrupta
plana; raízes bastantes e finas; macroporos, gale-
rias biológicas; fragmentos de carvão.
- B1 45-62 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido), bruno
avermelhado (5YR 5/4, seco); franco argilo arenoso;
moderada, prismática, pequena a média; cerosidade mo-
derada e comum; ligeiramente duro, friável, plástico
e pegajoso; transição gradual e plana; raízes escas-
sas e finas; cavidades biológicas.
- (B2) 62-89 cm; vermelho amarelado (5YR 5/8, úmido), verme-
lho amarelado (5YR 5/8, seco); argila arenosa; mode-
rada, composta, prismática e blocos, pequena a média;
cerosidade forte, abundante; ligeiramente duro, friã-
vel, plástico e pegajoso; raízes escassas, finas; frag-
mentos de arenito esparsos pelo horizonte; alguns
fragmentos de carvão; presença de seixos de diâmetro
médio de 1 cm, cavidades biológicas com cerosidade.
- R1 89-110 cm; bruno avermelhado (5YR 5/4, úmido), bruno
avermelhado claro (5YR 6/4, seco); franco arenoso.

R2 110-133 cm+; amarelo avermelhado (5YR 6/6, úmido), a-
marelo avermelhado (5YR 7/6), franco arenoso.

PERFIL P 3

Classificação: Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba.

Localização: Estado de São Paulo, município de Rio Claro, na estrada que liga Rio Claro a Charqueada, a 14,6 km do entroncamento com a estrada Rio Claro - São Carlos, à margem direita da estrada.

Situação e declive: Trincheira aberta a 10 m da estrada, em topo de elevação, com 1-3% de declive.

Altitude: 660 metros.

Formação geológica: Argilitos e folhelhos das séries Passa Dois, Itararé e Tubarão (indivisas).

Relevo: Ondulado.

Drenagem: Moderada.

Uso da terra: Pastagem com capim Jaraguã e grama batatais.

Morfologia:

Ap 0-7 cm; bruno escuro (7,5YR 3/2, úmido), cinzento avermelhado escuro (5YR 4/2, amassado), cinzento avermelhado (5YR 5/2, seco); franco argiloso; forte, grossa, média a grande; duro a muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana; raízes abundantes.

- B21t 7-42 cm; bruno avermelhado (5YR 4/3, úmido); bruno avermelhado (5YR 4/4, seco); argila; fraca, blocos subangulares, pequena, que se desfaz em forte, subangulares muito pequena; cerosidade fraca e pouca; muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; raízes abundantes.
- B22t 42-70 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); argila; fraca, composta, prismática, grande que se desfaz em forte, subangular, média; cerosidade forte e abundante; extremamente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada; raízes bastantes.
- B23t 70-110 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); argila; moderada, blocos subangulares, pequena a média; cerosidade forte e abundante; duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada; raízes bastantes.
- C1 110-160 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); argila; fraca, blocos subangulares a maciça; cerosidade forte e abundante; macio, muito friável, plástico a pegajoso; à profundidade de 150 cm presença de camada de agregados, ver

melho escuro (2,5YR 3/6, úmido), vermelho (2,5YR 5/6, seco).

C2 160-185 cm; vermelho (2,5YR 4/8, úmido), vermelho amarelado (5YR 4/6, seco); marchetado cinzento claro (10YR 7/2, úmido), cinzento claro (10YR 7/1, seco); argila.

R1 185-190 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, seco).

R2 190-210 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, seco).

PERFIL P 5

Classificação: Cambissolo do Perfil P3.

Localização: Estado de São Paulo, município de Rio Claro, na estrada que liga Rio Claro a Charqueada, a 14,6 km do entroncamento com a estrada Rio Claro - São Carlos, à margem esquerda da estrada.

Situação e declive: Trincheira aberta, a 200 m da estrada, meia encosta, com 1-3% de declive.

Altitude: 650 metros.

Formação geológica: Argilitos e folhelhos das séries Passa Dois, Itararé e Tubarão (Indivisas).

Relevo: Ondulado.

Drenagem: Moderada.

Uso da terra: Pastagem com capim jaraguã.

Morfologia:

Ap 0-10 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido), bruno avermelhado (5YR 5/3, seco); franco argiloso; forte, granular, grande; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e plana; raízes bastantes; seixos de quartzo pouco, arredondados.

(B) 10-20 cm; cinzento avermelhado (5YR 5/2, úmido), bru
no avermelhado (5YR 5/3, seco); argilo siltosa; forte, blocos, pequena; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta a plana; raízes escassas; fragmentos de folhelhos, comuns.

R (folhelho) 20 cm+; vermelho escuro (2,5YR 3/6, seco); argila siltosa.

PERFIL P 4

Classificação: Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba.

Localização: Estado de São Paulo, município de Charqueada, Fazenda Santa Júlia (da Usina São Francisco), vertente direita do afluente esquerdo do Ribeirão Paraíso, lado direito do carreador.

Situação e declive: Trincheira aberta a 10 m do carreador, em topo de elevação com 4% de declive.

Altitude: 670 metros.

Formação geológica: Argilitos e folhelhos das séries Passa Dois, Itararé e Tubação (Indivisas).

Relevo: Ondulado.

Drenagem: Moderada.

Uso da terra: Cultura de cana-de-açúcar.

Morfologia:

Ap 0-26 cm; bruno escuro (7,5YR 4/2, úmido), bruno avermelhado (5YR 5/3, seco); franco argiloso; maciça que se rompe em fragmentos irregulares, pequena a média; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana; raízes abundantes, finas e muito finas; áreas mais escuras de acu-

mulações orgânicas; fragmentos de carvão; macroporos e galerias biológicas pequenas.

- B1 26-39 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido), vermelho amarelado (5YR 5/8, seco); argila; maciça que se rompe em fragmentos irregulares, pequena; cerosidade moderada e pouco; macio, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana; raízes bastantes, finas e muito finas; galerias biológicas pequenas com material iluvial, comum; pontos de argila entre os elementos estruturais; macroporos com constrictões; presença de galerias biológicas em quantidade.
- B21t 39-54 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6 úmido), vermelho amarelado (5YR 5/8, seco); argila; médio; blocos subangulares, pequena a média; cerosidade forte e abundante; macio, friável, plástico e pegajoso; transição gradual a plana; raízes escassas e finas; galerias biológicas, comum, paredes com cerosidade ou parcialmente tomadas por deposições biológicas; esqueleto negro, pequeno; macroporos irregulares, parcialmente recobertos com cerosidade.
- B22t 54-87 cm; vermelho amarelado (5YR 4/8, úmido), vermelho amarelado (5YR 5/6, seco); argila; maciço que se rompe em blocos subangulares, média a grande; cerosi

dade forte e comum; macio, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; raízes escassas, finas e muito finas; galerias pequenas, irregulares, muito ramificadas, com cerosidade nas paredes; macroporos, pouco.

B23t

87-116 cm; vermelho amarelado (5YR 4/8, úmido), vermelho amarelado (5YR 5/6, seco); argila; maciça que se rompe em fragmentos irregulares, pequena; cerosidade moderada e pouco; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana; raízes escassas e finas; macroporos, comum, alguns com seção estrangulada; galerias biológicas pequenas.

B3

116-147 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 5/8, seco), presença de lineações esparsas nos canais de raízes ou galerias, de camada milimétrica de cor bruno avermelhado claro (2,5YR 6/4), possivelmente Fe^{2+} eliminado por complexação com a matéria orgânica; argila, maciça; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana, raízes escassas e muito finas; esqueleto com fragmentos de 5-6 mm de diâmetro, angulosos, parcialmente arredondados, pouco; macroporos comum; galerias biológicas finas, comum, e com cerosidade nas paredes.

B3-C 147-172 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 5/8, seco), com maior número de lineações, bruno avermelhado claro (2,5YR 6/4), abundantes; linha descontínua de seixos.

IIC 172-252 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho amarelado (5YR 5/8, seco); maciça; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; esqueleto de quartzo fragmentado, pequeno, irregular, comum.

Obs.: A partir dos 252 cm de profundidade, espessa camada de seixos rolados de quartzo, médios a grandes, marcando, ou antigo terço de rio, ou superfície de erosão.

PERFIL P6

Classificação: Cambissolo do Perfil P4.

Localização: Estado de São Paulo, município de Charqueada, Fazenda Santa Júlia (da Usina São Francisco), vertente direita do afluente esquerdo do Ribeirão Paraíso.

Situação e declive: Trincheira aberta em canavial, a 2 m do carreador, com 2% de declive.

Altitude: 670 metros.

Formação geológica: Argilito e folhelhos da série Passa Dois, Itararé e Tubarão (Indivisas).

Relevo: Ondulado.

Drenagem: Moderada.

Uso da terra: Cultura de cana-de-açúcar.

Morfologia:

Ap 0-15 cm; bruno escuro (7,5YR 4/2, úmido), bruno avermelhado (5YR 5/3, seco); franco, forte, granular, pequena; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana; raízes bastantes.

(B) 15-30 cm; cinzento avermelhado escuro (5YR 4/2, úmido), cinzento avermelhado (5YR 5/2, seco); franco siltoso; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso;

transição abrupta e plana; raízes escassas.

R(folhelho) 30 cm+; vermelho escuro (2,5YR 3/6, seco); argila.

APÊNDICE 2
Descrições micromorfológicas
dos perfis de solos

PERFIL P1

Solo Podzolizado de Lins e Marília - Variação Marília

Horizonte Ap:

O quartzo foi o mineral dominante neste horizonte, a-
parecendo além disso, em grande quantidade. Algumas zirconitas e tur-
malinas foram também identificadas. A grande maioria dos grânulos
foi acentuadamente angular e somente aqueles de tamanho maior apre-
sentaram-no levemente arredondados. A magnitude dos grânulos mante-
ve-se nas frações areia fina, como verificado também pela análise
granulométrica.

A matriz do solo (matriz-s) apresentou um modelo de
distribuição ao acaso, sem qualquer arranjo específico com re-
lação aos vazios. A fábrica, insépica muito fraca (presença de sepa-
rações de plasma em quantidade muito pequena), apresentou-se com u-
ma distribuição granular e cor marrom-avermelhada escura. A quanti-
dade de plasma foi muito pequena.

Os vazios, em grande número, foram do tipo de empaco-
tamento simples.

As características pedológicas associadas com este
horizonte foram glêbulas do tipo nódulos sesquioxídios normais, fra-
camente adesivos, arredondados e com limite abrupto.

Horizonte B11:

O quartzo continuou sendo o mineral dominante e o que apareceu em grandes quantidades também. Além dele, zirconitas e turmalinas ocorreram, sendo que as últimas apareceram em quantidade maior do que no horizonte A1. A fração areia fina ainda predominou, e os grânulos arredondados apareceram em quantidade um pouco maior do que no A1, embora continuassem predominando os angulares e estriados.

O modelo de distribuição da matriz-s foi ao acaso, dando sua fábrica insépica, mas um pouco mais fortemente desenvolvida que a do horizonte A1. A cor ainda é marrom-avermelhada, mas mais clara que a do A1. Em alguns locais foram observadas concentrações de plasma de coloração avermelhada (mais clara que a da matriz, portanto).

Os vazios foram predominantemente do tipo de empacotamento simples, sendo que alguns poucos canais também foram observados.

As características pedológicas observadas foram sesquans ao redor dos grânulos de quartzo, bem como argilans stress. Argilans-sesquans foram anotadas, sendo fraca a orientação de argilan. Raras argilans iluviais ocorreram nos canais. Dentre as glêbulas, além dos módulos sesquioxídicos normais (hematita e óxidos de manganês) fracamente adesivos, com limites abruptos, foram observadas também, pãpulas com orientação forte e contínua.

Horizonte B12:

Junto com os quartzos que continuaram predominando e aparecendo em grande quantidade, as turmalinas e zirconitas foram frequentes, ocorrendo ainda grânulos de rutilo. A angularidade dos grânulos continuou bem acentuada e a amplitude de variação do tamanho dos mesmos foi bastante semelhante à do A2.

A matriz-s deste horizonte continuou com distribuição ao acaso, e sua fábrica foi ainda insépica, porém com desenvolvimento maior que a do horizonte A2, apresentando distribuição granular. A coloração foi marrom avermelhada clara, e a quantidade de plasma maior que a do horizonte A.

Ao lado dos vazios de empacotamento simples, alguns canais apareceram.

Das características pedológicas associadas com este horizonte, chamaram a atenção, locais em que grânulos de fração silte pareceram embebidos em uma matriz de argila; algumas argilans apareceram entre esses locais. As mangans apareceram em maior quantidade que no horizonte anterior, tanto ao redor dos grânulos bem como nas estrias dos mesmos. Já as sesquans foram em quantidade semelhante à do horizonte A2.

As stress argilans também apareceram ao redor dos grânulos, enquanto que algumas argilans iluviais foram identificadas em canais, apresentando orientação forte e contínua, mas pouco espessas. As pãpulas ocorreram em quantidade maior que no horizonte A1 e com orientação forte e contínua.

Horizonte B2lt superior:

Os quartzos continuaram predominando e aparecendo em grande quantidade, tendo as turmalinas sido frequentes e observados também alguns feldspatos e rutilos. A angularidade continuou acentuada, e com maior intensidade que a dos horizontes superiores. O tamanho dominante dos grânulos continuou na areia fina (0,25-0,5 mm de diâmetro).

A matriz-s apresentou-se ainda insépica e com o mesmo desenvolvimento que a do horizonte B1, sendo sua fábrica também granular e cor marrom avermelhada. Notaram-se, no entanto, alguns pontos com um maior desenvolvimento. Também o modelo de distribuição da matriz foi ao acaso.

Os vazios de empacotamento simples continuaram presentes, só que aumentaram as quantidades dos vughs e canais, relativamente ao horizonte anterior.

As mangans continuaram ocorrendo em quantidade semelhante do horizonte anterior, e as sesquans apresentaram um leve aumento. As demais características pedológicas foram iguais às do horizonte B1. Algumas pelotas fecais foram também observadas.

Horizonte B2lt inferior:

O esqueleto mineral continuou semelhante ao do horizonte B2l superior.

A matriz-s insépica apresentou-se com maior grau de

desenvolvimento que a da parte superior ao horizonte, sendo sua fábrica já intertética e a coloração vermelha.

Nesta parte do horizonte B21 os vughs predominaram e uma pequena quantidade de canais, ao lado dos vazios de empacotamento simples, presentes agora numa quantidade menor que no horizonte superior.

Quanto às características pedológicas, as argilans iluviais apresentaram uma espessura maior, tanto nos canais como nos vughs, bem como orientação forte e contínua. A cor das argilans não diferiu da cor da matriz-s, tendo ocorrido neste horizonte sua maior quantidade. As outras características pedológicas como nódulos e pãpulas apareceram de modo semelhante ao do horizonte superior.

Horizonte B22t superior:

Os quartzos continuaram sendo o mineral dominante e aparecendo também em grande quantidade. As turmalinas foram frequentes, enquanto as zirconitas o foram menos. Os grânulos ainda foram bastante angulares, sendo que em alguns deles foram observados estriações. A amplitude do tamanho permaneceu na areia fina.

A matriz-s continuou insépica bem desenvolvida, e intertética. A coloração foi marrom avermelhada.

Dentre os vazios, permaneceram os de empacotamento simples e alguns canais, desaparecendo os vughs.

Nas características pedológicas percebeu-se uma diminuição nas argilans iluviais e a estabilidade de presença de sesquias e mangans.

Horizonte B22t inferior:

Quanto ao esqueleto mineral, foram identificados além dos quartzos, rutilos, turmalinas, feldspatos e estaurolitas. As demais características dos grânulos foram semelhantes às do do horizonte anterior.

A matriz-s, de fábrica dominante insépica, apresentou algumas áreas mossépicas. A coloração foi ainda marrom avermelhada e a distribuição permaneceu intertéxica.

Os vazios continuaram, sendo os de empacotamento simples com alguns vughs e canais.

As stress argilans continuaram presentes, bem como as outras características pedológicas já descritas.

Horizonte B3

Quartzo continuou sendo o mineral dominante, tendo ao lado frequentes turmalinas, zirconitas e estaurolitas. Identificados também alguns feldspatos, cianitas e rutilos. A angularidade e estriações continuaram presentes.

A matriz-s foi insépica com alguns locais mossépicos, e sua relação com os grânulos, aglomeroplásmica (o plasma ocorreu como inúmeros pequenos agregados, juntando o esqueleto mineral, e, dentro desses agregados de plasma, nos vazios dentro da matriz-s também ocorreram minerais). Coloração marrom avermelhada.

Nas características pedológicas, notou-se uma gradual diminuição nas argilans iluviais: estas foram observadas somente na parte superior do horizonte. As demais características pedológicas permaneceram semelhantes às do horizonte superior.

PERFIL P2

Solo Podzolizado de Lins e Marília - Variação Marília

Horizonte A2:

O esqueleto mineral apresentou-se constituído por um grande número de grânulos de quartzo, aparecendo frequentemente, zirconitas e turmalinas. Foram identificados também alguns rutilos, felspatos e estaurolitas. Os grânulos apresentaram-se bastante angulosos, mas alguns arredondados também foram observados. Não foi anotada estriação nos grânulos. A amplitude de variação do tamanho dos grânulos ficou dentro da faixa de areia média e fina.

A matriz-s apareceu, assim como no mesmo horizonte do perfil P1, em quantidade muito pequena, e de coloração marrom escura. O modelo de distribuição em relação aos vazios foi ao acaso. A fábrica, insépica muito fraca, teve distribuição granular. Também neste perfil foram anotadas concentrações de plasma de cor vermelho vivo, cuja fábrica apresentou desenvolvimento maior que o da matriz-s.

Os vazios foram predominantemente os de empacotamento simples, tendo sido anotados tamém, alguns vughs.

Dentre as características pedológicas associadas com este horizonte, foram vistos os nódulos sesquioxídicos normais (de hematita e manganês), fracamente adesivos, com limites abruptos. Mangans também foram observadas ao redor dos grânulos.

Horizonte A3:

Grânulos bem angulares continuaram presentes, assim como os mais arredondados, mas em quantidade menor. O esqueleto mineral apresentou-se dominado pelo quartzo, ao lado do qual foram identificadas também zirconitas e turmalinas.

A matriz-s continuou em pouquíssima quantidade, com as mesmas características das do horizonte anterior.

Os vazios continuaram sendo os de empacotamento simples aliados a alguns vughs.

Nas características pedológicas não foram mais observados os nódulos sesquioxídicos, continuando presentes no entanto, as mangans.

Horizonte B1

O esqueleto foi constituído predominantemente por grânulos de quartzo, aparecendo ainda, zirconitas, rutilos e turmalinas. A angularidade continuou presente. As lâminas acusaram uma brusca diminuição no tamanho dos grânulos, predominando a areia muito fina, fato este confirmado pela análise granulométrica.

A matriz-s teve distribuição ao acaso com relação aos vazios. A quantidade de plasma já foi um pouco maior, sendo a fábrica insépica com fraco desenvolvimento. A distribuição foi granular e a cor marrom avermelhada escura.

Os vazios continuaram sendo os de empacotamento simples, mas em menor quantidade, aparecendo os vughs em quantidade

maior que no horizonte anterior.

Nas características pedológicas foram anotadas raras argilans iluviais muito finas, capeando os vughs, e observadas também as mangans, nas mesmas quantidades do horizonte anterior. Nódulos sesquioxídicos foram também observados, fracamente adesivos e com limites abruptos.

Horizonte B2lt:

O esqueleto continuou sendo dominado pelos grânulos de quartzo, somente que agora eles pareceram ser um pouco mais arredondados do que angulares. Feldspatos, turmalinas e micas foram também presenciadas. A amplitude de variação do tamanho dos grânulos foi semelhante à do horizonte B1.

A matriz-s apresentou uma mudança drástica em relação aos horizontes anteriores. A fábrica do plasma foi porfiroquelica e insépica bem desenvolvida, sendo vermelha a coloração. Além disso, a quantidade de plasma apresentou-se muito maior que a dos horizontes anteriores.

Os vazios foram representados por vughs e canais em grande quantidade, aparecendo também as fissuras. Já os vazios de empacotamento sofreram drástica redução.

A característica pedológica mais marcante foi a presença de espessas argilans iluviais, em grande quantidade e capeando paredes de canais e vughs por toda a extensão das lâminas. Estas

argilans apresentaram-se estratificadas e com cores diferentes: junto à parede de deposição a cor foi vermelho escuro, e amarelo no lado exposto para o vazio. Alguns poucos nódulos sesquióxídicos foram observados.

Horizonte B22t:

O esqueleto foi constituído predominantemente de grânulos de quartzo, ocorrendo também algumas turmalinas e feldspatos. Os grânulos apresentaram-se mais arredondados do que angulares. A variação no tamanho foi semelhante à do B1.

A matriz-s apresentou-se semelhante à do horizonte B21.

Os vazios foram canais e vughs em grande quantidade. Algumas fissuras também foram observadas.

Nas características pedológicas sobressairam as argilans iluviais em grande quantidade na parte superior do horizonte, diminuindo à medida que se aproximava do horizonte B23. A partir deste horizonte observaram-se fragmentos remanescentes da rocha, chamados de lito-relitos.

Horizonte B3

O esqueleto foi constituído predominantemente de quartzo, estando os feldspatos presentes com frequência. A angularidade dos grânulos foi bastante acentuada. Observou-se um certo aumento da quantidade de grânulos.

A matriz-s foi semelhante à do horizonte superior.

Vazios foram representados por canais, bem como vughs e fissuras, em quantidade maior que no horizonte superior. Os vazios de empacotamento simples também foram observados.

Nas características pedológicas notou-se a diminuição da quantidade de argilans iluviais. Lito-relitos foram também observados, em grande quantidade.

PERFIL P7

Cambissolo dos perfis P1 e P2

Horizonte A1:

O esqueleto apresentou-se constituído por grânulos de quartzo que chamaram a atenção pela aparência estriada, parecendo que alguns chegavam até a estar trincados. Outro fato que foi anotado é que a quantidade de grânulos é bem menor quando comparada com os mesmos horizontes dos perfis mais desenvolvidos. Além do quartzo, zirconitas, turmalinas e feldspatos foram observados. A amplitude de tamanho manteve-se entre areia fina e muito fina.

A matriz-s, que apareceu em quantidade bem maior que a do esqueleto mineral, teve uma fábrica mossépica e distribuição porfiroscúlica e coloração vermelha bem viva.

Os vazios foram "craze" planos em grande quantidade, e fússuras. Alguns vughs foram observados, bem como canais e câmaras.

Dentre as características pedológicas anotaram-se algumas argilans iluviais nos canais, apresentando coloração amarela. Dentre as glêbulas, as pápulas foram frequentes, com limite agudo, orientação forte e coloração vermelho vivo. Observados também alguns nódulos sesquioxídicos.

Horizonte A2:

O esqueleto dominado pelos grânulos de quartzo, que apresentavam-se bastante estriados. Apareceram, também zirconitas, turmalinas e feldspatos. A amplitude de tamanho dos grânulos manteve-se entre areia fina e muito fina.

A matriz-s apresentou fábrica mossépica, aparentando ser ainda mais desenvolvida que a do horizonte A1, e com distribuição porfirosquélica.

Os vazios ocorreram de modo semelhante aos do horizonte A1 havendo aumento de quantidade de vughs. As quantidades de canais e fissuras foram semelhantes às do horizonte A1.

As características pedológicas foram representadas por pápulas e argilans iluviais frequentes.

Horizonte B1:

O esqueleto apresentou-se além do quartzo, zirconitas, turmalinas, rutilos, estaurolitas e feldspatos. A amplitude foi de areia fina a muito fina.

A matriz-s foi semelhante às dos horizontes anteriores, porém em quantidade maior.

Os vazios foram semelhantes aos dos horizontes anteriores.

Nas características pedológicas notou-se uma diminuição acentuada das argilans iluviais, bem como das pápulas.

Horizonte(B2):

O esqueleto apresentou-se semelhante ao do horizonte B1, assim como a matriz-s e os vazios. O que não se verificou mais foram as argilans e pápulas.

PERFIL P3

Podzólico Vermelho Amarelo - Variação Piracicaba

Horizonte Ap:

Verificou-se, no esqueleto, predominância de grânulos de quartzo. Os feldspatos foram frequentes, enquanto foram identificadas também algumas zirconitas, turmalinas e estauroilitas. Os grânulos pareceram ser mais arredondados do que angulares. Quando se compara o esqueleto mineral deste horizonte com o dos A dos perfis da variação Marília, constata-se de imediato que, se bem que em grande quantidade neste horizonte esta é bem menor que nos Marília.

A matriz-s apresentou-se bem desenvolvida, com fábrica mossêpica e distribuição porfirosquêlica com relação aos vazios. Coloração marrom avermelhada clara.

Os vazios foram dos tipos vughs e canais de grande extensão.

Dentre as características pedológicas, presença já de argilans iluviais em pequena quantidade, bem como frequentes nódulos sesquioxídicos normais, fracamente adesivos e fortemente separados. Notaram-se alguns locais com maior concentração de plasma. Lito-relitos foram frequentes.

Raízes em grande quantidade.

Horizonte B21t:

Descrição semelhante à do horizonte Ap, só que a matriz-s apresentou-se com cor mais clara e maior quantidade de argilans. Ainda algumas raízes foram observadas.

Quanto aos vazios, algumas fissuras foram observadas.

Horizonte B22t:

A descrição do esqueleto mineral é semelhante à do horizonte Ap.

A matriz-s apresentou-se de coloração vermelho escuro, mossépica (mas de desenvolvimento maior do que a dos dois horizontes anteriores), maior quantidade de plasma, e distribuição porfirosquéllica com relação aos vazios.

Os vazios foram representados por vughs e planos, sendo que os canais tiveram sua quantidade diminuída em relação aos horizontes superiores. Algumas fissuras.

Nas características pedológicas só se notaram as sequans capeando grânulos. Não foram observadas as argilans iluviais. Lito-relitos presentes.

Horizontes B23t e C1

O esqueleto tem descrição micromorfológica semelhante à do horizonte Ap.

Matriz-s mossépica mas não tão desenvolvida quando a do horizonte B22.

Os vazios foram semelhantes aos do horizonte B22.

Quanto às características pedológicas, na parte mais inferior do B23 foram verificadas algumas argilans iluviais.

Camada de Agregados:

A quantidade de grânulos que constituem o esqueleto desta camada foi bem menor que a quantidade de plasma e menor também que a dos horizontes superiores.

A matriz-s foi semelhante à dos horizontes superiores mas de coloração amarela avermelhada bem viva. Mossépica.

Os vazios foram dos tipos vughs, canais e fissuras, principalmente estas.

Dentre as características pedológicas, finas argilans iluviais foram observadas.

PERFIL P5 - Cambissolo do P3

Horizonte Ap:

O esqueleto mostrou-se constituído predominantemente por grânulos de quartzo, associados a zirconitas, turmalinas, estaurolitas e rutilos em quantidades bem menores. Os grânulos foram mais angulares do que arredondados e bastante estriados.

A matriz-s apresentou plasma mossépico, de coloração vermelha clara. A quantidade de plasma foi maior que a de esqueleto. Aglomeroplásmica.

Os vazios foram dos tipos canais, de empacotamento simples e vughs,

Como características pedológicas anotaram-se frequentes raízes, e pequenos nódulos sesquioxídicos, fracamente adesivos e fortemente separados. Notaram-se também raras argilans e alguns locais com maior concentração de plasma, que lhes conferiu coloração vermelha mais escura. Lito-relitos frequentes.

Horizonte B

Micromorfologia semelhante à do horizonte A, só que aumentou a quantidade de plasma e diminuiu um pouco a do esqueleto,

Horizonte R:

Micromorfologia semelhante à do horizonte A, só que a quantidade de esqueleto foi sensivelmente menor que nos horizontes superiores, aumentando grandemente a quantidade de lito-relitos.

PERFIL P 4

Podzólico Vermelho Amarelo - Variação Piracicaba

Horizonte Ap:

O esqueleto foi representado por grânulos de quartzo, numerosos, angulares e bastante estriados. Foi notada também, a presença de grande quantidade de grânulos fração silte, fato confirmado pela análise granulométrica. Além do quartzo, presentes também zirconitas, turmalinas, estaurolitas e feldspatos, estes em grande quantidade. Grânulos arredondados foram também observados.

A matriz-s teve distribuição porfiroscúlica e a fábrica do plasma foi mossépica bem desenvolvida, com coloração marrom avermelhada clara.

Os vazios foram de empacotamento simples, associados a vughs e canais.

Nas características pedológicas foram observados nódulos sesquioxídicos, fracamente adesivos e fortemente separados. Sesquans também foram marcadas capeando grânulos ou preenchendo as estrias dos mesmos. Algumas argilans iluviais e pápulas presentes, bem como lito-relitos.

Raízes em grande quantidade foram notadas.

Horizonte B1:

Esqueleto semelhante ao do horizonte Ap s^o que os feldspatos estiveram em menor quantidade.

Matriz-s e vazios semelhantes aos do horizonte Ap, s^o que vughs em menor quantidade.

Nas características pedológicas notou-se uma quantidade grande de argilans iluviais nos canais. As pãpulas também observadas em grande quantidade. Sesquans capeando grânulos foram anotados, bem como lito-relitos.

Horizonte B2lt:

O esqueleto foi semelhante ao do horizonte Ap, apresentando feldspatos mais frequentes.

A fábrica do plasma da matriz-s pareceu ter um grau de orientação mais avançado que a do horizonte anterior, tendendo a massépica. A distribuição em relação aos vazios foi porfirosquêlica.

Os vazios continuaram sendo representados por canais e fissuras, tendo os de empacotamento diminuído grandemente.

As características pedológicas foram representadas por grande quantidade de argilans iluviais, fortemente orientadas. Finas camadas de óxidos de ferro foram observadas no meio de algumas argilans iluviais. Sesquans também foram verificadas, capeando grânulos. Lito-relitos também presentes.

Horizonte B22t:

O esqueleto mostrou-se semelhante ao do horizonte B21, sendo menor a quantidade de feldspatos.

Matriz-s: A fábrica do plasma apresentou grau de desenvolvimento menor que a do horizonte B21, sendo mossépica, e com distribuição aglomeroplásmica.

Vazios: canais, vughs e fissuras.

As características pedológicas foram representadas por sesquans em grande quantidade, junto das argilans iluviais. A quantidade das argilans iluviais foi semelhante à do horizonte anterior. Páculas também presentes.

Horizontes B23t e B3:

Esqueleto mineral semelhante ao do horizonte B22, só que com maior quantidade de feldspatos.

Matriz-s e vazios, semelhantes aos dos horizontes B22, só que, quanto aos últimos, algumas câmaras foram também observadas.

Nas características pedológicas foram observadas stress argilans ao redor de grânulos e argilans iluviais com orientação forte e contínua tanto em vughs como canais e câmaras. As sesquans continuaram aparecendo entremeadas às argilans iluviais. Os nódulos sesquioxídicos também foram anotados, fracamente adesivos e fortemente separados.

PERFIL P6 - Cambissolo do P4

Horizonte Ap:

Chama a atenção neste horizonte a variedade de tamanho dos grânulos, notando-se que a predominância de tamanho fica para a fração silte, fato comprovado pela análise granulométrica. Aproximadamente quantidades iguais de esqueleto e plasma. Grande número de grânulos arredondados e poucos deles estão com estriações. Bastante minerais se interperizando.

A matriz-s teve plasma mossépico e distribuição aglomeroplásmica. Coloração vermelha bem escura.

Os vazios foram de empacotamento simples, vughs, canais.

Nas características pedológicas os nódulos sesquióxidos foram frequentes, com fábrica não diferenciada, irregulares, difusos e fortemente adesivos. Não foram observadas argilans. Sesquans foram observadas, bem como lito-relitos.

Horizonte B:

O esqueleto sofreu uma brusca diminuição da quantidade, apresentando no entanto, as mesmas características do horizonte A.

A matriz-s foi mossépica e porfirosquêlica. Apresentou alguns locais, provavelmente folhelho intemperizado, em que a fábrica foi lattissépica.

Os vazios foram semelhantes aos do horizonte A.

As pápulas dominaram nas características pedológicas. Nódulos sesquióxicos irregulares, difusos e fortemente adesivos, e grande quantidade de sesquans. Lito-relitos presentes.

Horizonte R:

Todas as características micromorfológicas foram semelhantes às do horizonte B, com exceção da matriz-s, cuja fábrica do plasma foi masséfica.