

GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DE UMA CATENA DA REGIÃO DE SÃO MANUEL - S. P.

Bernardo Carvalho Avelar
Engenheiro Agrônomo

DR. JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ
Orientador

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luis de Queiroz",
da Universidade de São Paulo, para ob-
tenção do título de Mestre.

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO

- 1971 -

DEDICATÓRIA

À memória do meu pai

à minha mãe .

e meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece as seguintes pessoas e Instituições:

Prof. Dr. José Luiz Ioriatti Demattê - orientador;

Prof. Dr. Antônio Carlos Teixeira Mendes;

Prof. Dr. Antônio Carlos Moniz;

Prof. Dr. Guido Ranzani;

Prof. Dr. Marcelo Nunes de Camargo;

Prof. Wanderley José de Mello;

Dr. Elliot W. Kitajima;

Eng^o Agr^o Walter Politano;

Srta. Liliana Cappelletti;

Sr. Miguel Célio Hyppolito;

Sr. Euridece Sacchi;

Sra. Miriam Tanure de França;

Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior - CAPES;

Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Centro Oeste - IPEACO;

Secção de Pedologia do Instituto Agronômico de Campinas;

Centro de Estudo de Solos;

Secção de Virologia do I.A.C.;

Setor de Bioquímica do Dpt^o de Química da ESALQ.

Estendemos ainda, nossos agradecimentos a tôdas as pessoas que tenham contribuído para a execução dêste trabalho.

CONTEÚDO

		Página
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
2	<u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	2
	2.1 - <u>Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa</u>	2
	2.2 - <u>Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa</u>	5
	2.3 - <u>Solos Aluviais</u>	7
3	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	11
	3.1 - <u>Material</u>	11
	3.1.1 - Solos	11
	3.2.2 - Aparelhos utilizados	13
	3.2 - <u>Métodos</u>	13
	3.2.1 - Trabalho de campo	13
	3.2.2 - Análise mecânica do solo	15
	3.2.3 - Análise da fração argila do solo	16
	3.2.3.1 - Remoção dos sais solúveis e cátions divalentes trocáveis	16
	3.2.3.2 - Oxidação da matéria orgânica e eliminação do MnO ₂	17
	3.2.3.3 - Remoção do óxido de ferro livre	17
	3.2.3.4 - Dispersão e fracionamento da fração argila	18
	3.2.3.5 - Preparo e montagem de amostras orientadas	19
	3.2.3.6 - Reconhecimento dos argilo-minerais	20
	3.2.3.7 - Montagem das amostras para micrografia eletrônica	21
	3.2.4 - Análise quantitativa dos minerais de argila	21
	3.2.5 - Análise química do solo	22

	Página
4 - <u>CARACTERÍSTICAS DA ÁREA E DOS PERFIS DE SOLOS</u> . . .	25
4.1 - <u>Localização e descrição dos perfis de solos</u>	25
4.2 - <u>Características do meio físico</u>	35
5 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	38
5.1 - <u>Análise mineralógica da fração argila</u> . . .	38
5.2 - <u>Classificação dos solos</u>	50
6 - <u>CONCLUSÕES</u>	84
7 - <u>RESUMO</u>	86
8 - <u>SUMMARY</u>	88
9 - <u>BIBLIOGRAFIA CITADA</u>	90

1 INTRODUÇÃO

Através do Mapa Esquemático de Solos do Brasil, do Ministério da Agricultura de 1966, observa-se que grande área da Bacia Amazônica e do Brasil Central apresentam como solos dominantes os Latossolos arenosos.

São solos profundos, bem drenados, baixa fertilidade, textura média e formados a partir de arenitos. A vegetação dominante é cerrado, podendo apresentar também floresta.

Mais especificamente em São Paulo, a área de ocorrência destes solos está em torno de 25%.

Entretanto, quando se fez um levantamento bibliográfico à respeito de tais solos, verificou-se que pouca coisa existe.

Em relação a estudos mineralógicos e taxonômicos o problema se agrava ainda mais.

Baseados nestes fatos é que foi proposto o presente trabalho. Para tal fim, coletaram-se seis perfis de solos originalmente classificados como Latossolos - fase arenosa, da região de São Manuel e Botucatu, no Estado de São Paulo.

Nas amostras de seus horizontes foram efetuadas determinações físicas, químicas e mineralógicas com a finalidade de caracterizar a sua fração argila e verificar as relações genéticas existentes entre estes solos e os demais já conhecidos, assim como tentar a classificação de acordo com o moderno sistema americano.

A fim de atingir os objetivos citados foram coletados seis perfis de solos, sendo cinco de Latossolos - fase arenosa e um Alúvio, num total de 60 amostras.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão bibliográfica procura efetuar principalmente o levantamento das principais características taxonômicas e mineralógicas, encontradas pelos autores que trabalharam com os seguintes solos: Latossol Vermelho-Amarelo - fase arenosa; Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa e Solos Aluviais.

2.1 - Latossol Vermelho-Amarelo - fase arenosa

A denominação Latossol Vermelho-Amarelo - fase arenosa foi dada pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), ao executar o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo.

Esta mesma Comissão, assim conceitua esta fase de grande grupo de solos: são solos profundos, com B latossólico, textura arenosa, bem drenados, de coloração vermelho amarelado, formados a partir de arenito Botucatu, Furnas e possivelmente sedimentos terciários.

De modo geral são as seguintes as principais características morfológicas: horizonte A normalmente mosqueado devido a pontuações de areia quartzosa lavada, de cor rosa; a tonalidade e a intensidade da cor do horizonte B são mais elevadas que do horizonte A, sendo a tonalidade uma unidade mais alta e a intensidade até quatro unidades a mais; textura barro argilo arenoso tanto no horizonte A como no B; apenas apresentando um ligeiro aumento de argila no horizon

te B; o conteúdo de argila varia normalmente entre 15 e 30%, nos horizontes A e B; difícil identificação das divisões do perfil, exceto o horizonte A do horizonte B; durante as manipulações de amostras para apreciação da textura se mostram com aparência oleosa.

Entre os Solos de Brasília, descritos por BRAUN (1962), encontra-se o perfil P2, classificado como Latossolo de Quartzito, com vegetação de cerrado, que se assemelha ao Latossol Vermelho-Amarelo - fase arenosa do Estado de São Paulo (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

Estes Solos foram inicialmente descritos por Feur, para o Relatório Belcher (BRAUN, 1962), que os classificou como "humic latosol", por comparação com solos do Havaí, descritos por Gline (BRAUN, 1962), os quais possuem horizonte A₁ fortemente desenvolvido. Todavia os Latossolos de Brasília têm horizonte A₁ fracamente desenvolvido, não excedendo a 20 cm, e baixo teor de carbono, daí o prefixo "humic" ser, no caso inadequado.

Após a publicação do trabalho "Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo", a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO, nova denominação da COMISSÃO DE SOLOS (1960), encontra variações de saturação de bases no horizonte B de diversos solos. Devido a este fato, foi adicionado à legenda de identificação a designação EUTRÓFICO E DISTRÓFICO, isto é, para os solos com saturação de bases maior que 50% recebem o primeiro adjetivo e os solos com saturação de bases menor que 50% recebem a segunda denominação.

Da EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (1970b) é o trabalho de levantamento de solos no Distrito Federal (Brasília), o qual apresenta a unidade de mapeamento

Latossol Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média - fase cerrado. As características principais destes solos são: solos minerais, com B latossólico; saturação de bases baixas; capacidade de troca de cátions menor que 6,5 mE/100g de argila (depois de correção para carbono); com horizonte A fraco; de textura que pode ser barro argilo arenoso, barro argiloso ou barro; profundos, bem drenados, coloração vermelho-amarelado, tonalidade 4 a 5, intensidade 4 a 6 no horizonte A, coloração 5YR a 10YR, tonalidade 5 a 6, intensidade 6 a 8, no horizonte B, ácidos e de fertilidade natural baixa.

Estes mesmos autores enquadram estes solos no grande grupo Acrustox, segundo a nova classificação de solos.

PANOSO (1969) classifica a Unidade Poço, na região de Itapirema, no nordeste, como Latossol Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média, vegetação subperenifolia, relevo plano. Nesses solos há aumento gradativo de argila com o aumento da profundidade, ocorrendo também perfis sob vegetação de cerrado.

Em estudo mineralógico da fração argila de solos do Estado de São Paulo, PAIVA NETO (1942) mostra que em solos sobre o arenito Botucatu os teores máximo, médio e mínimo de caulinita são os seguintes: 90%, 66% e 61%, respectivamente.

O mesmo PAIVA NETO et al. (1951) afirmam que "a fração argila desses solos é constituída essencialmente por caulinita, hidrargilita e quartzo. Em 100 g de fração argila são encontrados cerca de 50% de caulinita, sendo o restante constituído pelos outros dois componentes.

Cumpramos observar que os solos do presente estudo

estão situados em área do grupamento 6 - Solos do arenito Botucatu e Terra Roxa Misturada, do trabalho de PAIVA NETO et al. (1951).

Segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960), foi observado, na fração argila do Latossol Vermelho-Amarelo - fase arenosa (perfil nº 52), a dominância dos minerais de argila do tipo 1:1 (horizontes A₁ e B₃), e, em menor proporção, o quartzo; no B₂₂ os minerais de argila do tipo 1:1; o quartzo e a gibbsita aparecem em idênticas proporções; no C e D não foi observada a gibbsita, ocorrendo em proporções semelhantes os minerais de argila do tipo 1:1 e o quartzo.

2.2 - Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa

A denominação Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa, é primeiramente encontrada na legenda de identificação dos Solos do Estado de São Paulo, feita pela COMISSÃO DE SOLOS (1960). Segundo esta mesma Comissão, as principais características destes Solos são: solos profundos, arenosos, com horizonte B latossólico, acentuadamente drenados, de cor geralmente vermelho a vermelho-escuro, originados do arenito Bauru sem cimento calcário, tonalidade e intensidade da cor do horizonte B são mais elevadas do que a do horizonte A, sendo a tonalidade uma unidade a mais e a intensidade até quatro unidades mais elevada, pequena variação textural ao longo do perfil, observando-se, porém, ligeiro aumento do teor de argila à medida que o perfil se aprofunda; em quase todo o perfil observa-se mosqueado devido a pontos de areia lavada de cor esbranquiçada a rósea, sendo mais notório no horizonte A.

Da mesma maneira que o Latossol Vermelho Ama-

relo - fase arenosa, as denominações Eutrófico e Distrófico também são aplicáveis para estes solos.

De acordo com a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (1970 a), que realizou o levantamento dos solos do Núcleo Iguatemi, em Mato Grosso, a unidade de mapeamento Latossol Vermelho-Escuro, Distrófico, textura média fase transição floresta-cerrado, parece ser, também, semelhante ao Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa do Estado de São Paulo, com vegetação cerrado.

É bem de se ver que a expressão "fase arenosa" da COMISSÃO DE SOLOS (1960) passa a ser equivalente à designação "textura média", neste e em outros trabalhos da mesma Equipe.

No trabalho efetuado pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (1970 b), existe a unidade taxonômica Latossol Vermelho-Escuro Distrófico-orto, textura média, fase cerrado, relevo suave ondulado, que parece ser semelhante ao Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa, descrito no Estado de São Paulo.

A textura destes solos, apesar de uniforme dentro do mesmo perfil, pode apresentar sensível variação de um perfil para outro, estando enquadrados dentro desta unidade solos com textura desde areia barrenta até barro arenoso no horizonte A e de barro arenoso até barro argilo arenoso no horizonte B, se bem que o modal da unidade apresenta textura barro arenoso no A e barro argilo arenoso no B.

Deve-se salientar, também, que em alguns perfis, principalmente nos de textura mais leve, encontram-se pontuações de areia lavada.

Verdade (MONIZ e CARVALHO, 1969) descreveu 10 perfis de Latossol Vermelho-Escuro, fase arenosa, nos muni

cípios de Sud Mennucci, São Paulo. Esses solos encontram-se associados aos Solos Podzolizados, variação Marília e variação Lins, na área de ocorrência referida.

MONIZ e CARVALHO (1969) efetuaram o estudo mineralógico desses Latossolos e concluíram que: o mineral dominante é a caulinita, com intervalo de variação entre 80 e 90%; a seguir vem o material amorfo com valores de 10,3 a 15,3%; os teores de mica são baixos, variando de 0,7 a 3%; a vermiculita está praticamente ausente, as divergências existentes na distribuição dos teores de minerais de argila em relação as diversas profundidade, acredita-se serem decorrentes da falta de homogeneidade vertical do material de origem do solo.

Segundo ALOISI (1971), que trabalho com 2 perfis de Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa no município de Jaboticabal, em São Paulo, a análise mineralógica da fração argila mostra: predominância da caulinita, cujo teor mínimo é 66,5%, no horizonte B₂₃ (Perfil P₁) e máximo 79,5%, no horizonte B₂ (Perfil P₇); o conteúdo de material amorfo oscila de um máximo de 20,6% a um mínimo de 14,4%; a porcentagem de gibbsita varia de 7,0%, no horizonte B₂₂ e 9,3% no horizonte B₂₃ (Perfil P₇); os teores de vermiculita vão de 0,0 a 4,5%.

2.3 - Solos Aluviais

Este é um dos grandes grupos de solos pertencentes à Ordem de Solos Azonais da classificação americana de Baldwin, Kelog e Thorp (FREIRE, 1970).

O termo alúvio ou aluvião é assim conceituado por TEIXEIRA GUERRA (1954): "detritos ou sedimentos clásticos de qualquer natureza carregados e depositados pelos

rios. Esse material é arrancado das margens e das vertentes, sendo carregado em suspensão pelas águas dos rios, que o acumulam em "bancos" constituindo os depósitos aluvionais.

Estes depósitos são compostos de areias, seixos de tamanhos diversos e argilas."

De acordo com a COMISSÃO DE SOLOS (1958 e 1960) são as seguintes as características dos solos Aluviais:

Esta unidade de mapeamento é constituída de solos formados por material não consolidado. São deposições recentes, referidas ao quaternário, sendo constituídas de sedimentos aluviais, normalmente de natureza fluvial. A natureza dos sedimentos depende grandemente dos tipos de rocha da qual se origina, por intemperização, o material que é transportado e posteriormente depositado, vindo a constituir a massa do solo.

Neles os horizontes não são bem diferenciados, com excessão do A₁, que normalmente se encontra presente, mas formam camadas estratificadas, não apresentando, por conseguinte, verdadeiros horizontes pedogenéticos, pois, os agentes de formação, principalmente o clima e os fatores biológicos, ainda não tiveram tempo suficiente para agir sobre os sedimentos e assim transformá-los em horizontes.

Os solos Aluviais normalmente são profundos. As características morfológicas das diversas camadas que constituem o perfil do solo podem variar grandemente, de acordo com a natureza do material sedimentar que o formou. Assim, os perfis destes solos podem apresentar camadas sobrepostas de textura similar, ou camadas argilosas sobrepostas a camadas arenosas e vice-versa.

Deve-se notar que, além da variação em profundidade

dade, as camadas de sedimentos variam também em composição no sentido horizontal, embora em grau menor que verticalmente.

São solos bem ou mal drenados. Estão geograficamente associados, na maioria das vezes, a solos hidromórficos.

Mosqueados encontram-se presentes na parte inferior de alguns perfis.

Os Solos Aluviais de Iguatemi, estudados pela EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (1970 a), têm entre suas principais características: horizonte A fraco (ótrico) sobre camadas imaturas, textura arenosa e argila de atividade baixa. São semelhantes aos solos Aluviais do Levantamento de Reconhecimento do Estado de São Paulo e, na 7ª Aproximação, são referidos como Entissóis.

Deve-se ressaltar o aparecimento comum, nesses solos, geralmente nas camadas inferiores, de mosqueado de cores pardo amareladas, indicando más condições de drenagem, que podem variar nas diversas áreas.

Para os solos Aluviais a COMISSÃO DE SOLOS, também modificou a legenda de identificação, incluindo as designações Eutrófico e Distrófico para evidenciar uma maior ou menor saturação de bases. Assim é que, de acordo com o trabalho da EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (1970 b), aparecem os solos Aluviais Distróficos, textura arenosa, fase floresta de várzea, relevo plano. Esta mesma Equipe menciona que a argila desses solos é de atividade baixa e sugerem uma possível similaridade com os solos Aluviais descritos pela COMISSÃO DE SOLOS (1960) em São Paulo.

No trabalho de DIAS (1969), aparece a unidade de mapeamento Aluvial, fase franco arenosa, com restrita

distribuição geográfica.

Esses solos são de baixa fertilidade, integrando a planície costeira.

YANG (1962) verificou que, em solos Aluviais de Formosa, a illita e a caulinita são os minerais de argila dominantes, sendo ainda encontrados: montmorillonita, vermiculita, quartzo, feldspato e goethita.

Os autores a seguir enumerados também trabalharam com solos Aluviais: CARDOSO (1967), CHU et al. (1964), HOUTEM (1953), MALTESI (1959) e ROOSE e CHEROUX (1966).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

3.1.1 - Solos

O presente trabalho compreende um total de seis perfis de solos, cuja denominação, correspondência e classificação são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos Solos estudados de acordo com a 7ª Aproximação (EPFS-1970a e 1970b) e a provável correspondência com o grande grupo ou unidade de mapeamento (COMISSÃO DE SOLOS, 1960 - EPFS, 1970a e 1970b)

Perfil	G.grupo ou unidade de mapeamento (COMISSÃO DE SOLOS, 1960)	G.grupo ou unid.map. (EPFS)	7ª Aprox. (EPFS)
P ₁	Latossol Vermelho Amarelo fase arenosa	LVA* Dist. textura média.	Oxisol - ustox-acrustox
P ₂	" " " "	LVA* ídem	Ídem P ₁
P ₃	" " " "	LVA* ídem	Ídem P ₁
P ₄	Latossol Vermelho Escuro fase arenosa	LVE** ídem	Oxisols
P ₅	Latossol Vermelho Amarelo fase arenosa	LVA* ídem	Ídem P ₁
P ₆	Solos Aluviais	Solos Aluviais Distróficos	Entisol

* Latossol Vermelho Amarelo - ** Latossol Vermelho Escuro.

A designação e classificação dos solos estudados ao nível categórico de grande grupo e fase de grande grupo

po, foram obtidas dos trabalhos da COMISSÃO DE SOLOS (1960) da EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO - E.P.F.S., (1970a e 1970b).

Desta mesma Equipe, foi extraído o provável enquadramento dos solos na 7ª Aproximação.

Assim estão, pois, relacionadas as unidades de mapeamento da COMISSÃO DE SOLOS (1960), e as respectivas correspondências ao sistema americano de classificação de Solos (Thorp e Smith, 1949), e a 7ª Aproximação (SOIL SURVEY STAFF, 1960).

A Figura 1 apresenta a relação dos perfis estudados de acordo com as respectivas altitudes.

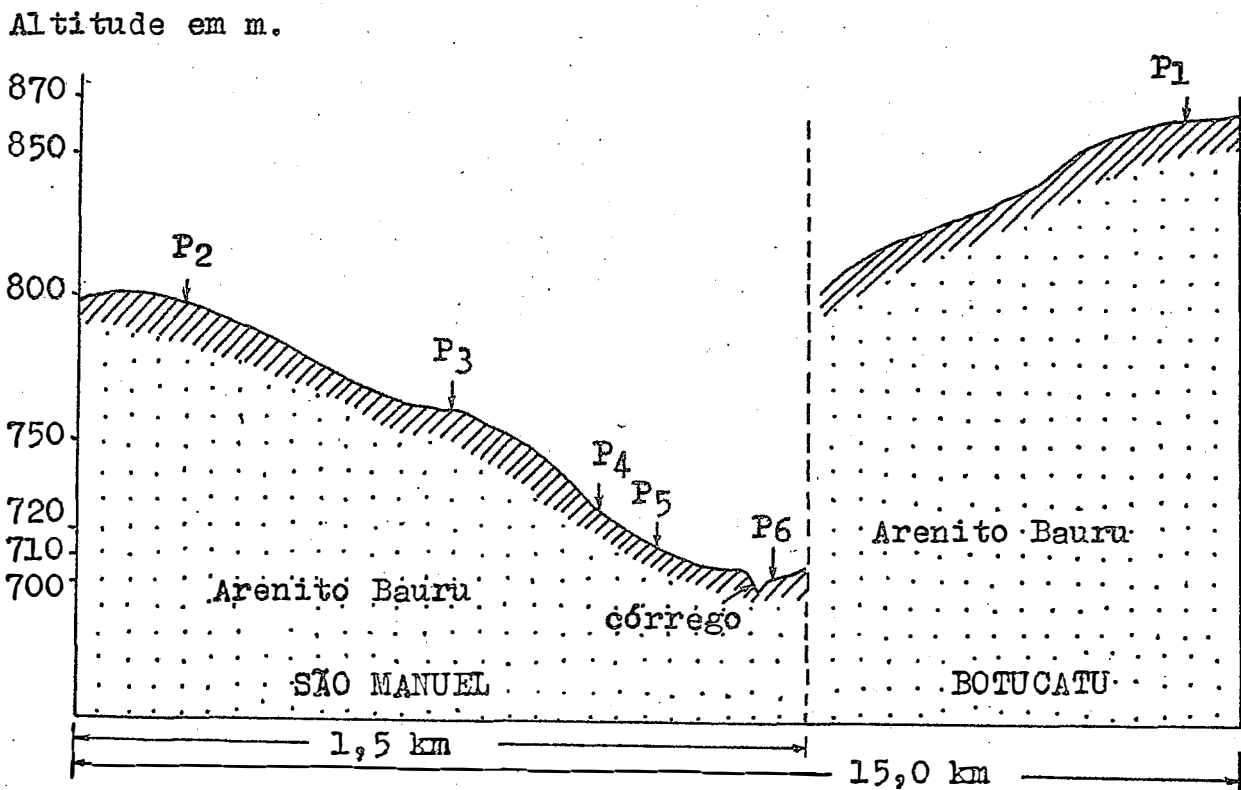


Fig. 1 - Altitudes e material de origem dos perfis P1, P2, P3, P4, P5 e P6.

3.1.2 - Aparelhos utilizados

Foram realizadas análises difratométricas, usando-se para isso um aparelho Norelco, da Philips Eletronic Instruments, New York, U.S.A..

O equipamento usado na preparação das amostras para Raio-X e nas determinações quantitativas da vermiculita, foi uma International Centrifuge nº 2, fabricação da International Equipament Co., Boston, Mass, U.S.A., cabeça nº 240, velocidade regulável e com suporte para tubos de 15ml.

As análises térmicas diferenciais foram realizadas em um aparelho Delthatherm, fabricado pela Technical Equipament Corporation, cujas características são: unidade básica com registro eletrônico com quatro canais; controle de incremento de temperatura 2-20°C/min.; dispositivo automático para limitação da temperatura; mufla tipo vertical, temperatura máxima de operação 1 250°C, porta amostra com nove (9) cavidades.

As fotografias eletrônicas foram obtidas em um aparelho Siemens Elmiskp I, 80 kv (tensão aceleradora) abertura de 50 microns.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Trabalho de campo

A fim de proceder-se a demarcação dos perfis representativos dos solos a serem estudados efetuou-se preliminarmente uma excursão exploratória aos municípios de São Manuel e Botucatu, objetivando-se, ainda, obter-se uma idéia da distribuição das unidades de solos.










- | | |
|--|---|
|  LATOSSOLO VERMELHO AMARELO-
-fase arenosa |  REGOSSOLO 'INTRADE' PVA E LVA |
|  LATOSSOLO RÔXO |  PVA VARIAÇÃO LARAS |
|  TERRA ROXA ESTRUTURADA |  SOLOS HIDROMÓRFICOS |
|  LITOSSOLO FASE SUBSTRATO BASALTITO | |

Fig. 2 - Unidades de solos encontradas na região de São Manuel - COMISSÃO DE SOLOS (1960).

Esta região já foi levantada ao nível de grande grupo pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), conforme mostra a figura 2. Em seguida procedeu-se a programação dos itinerários a serem percorridos e a escolha dos locais para coleta de amostras e exame das características morfológicas.

Observadas as áreas de ocorrência dos solos no município de São Manuel, foi deliberado realizar o estudo de cinco perfis de uma sequência catenarária, e a descrição e coleta de amostras de um perfil em cota mais elevada, situado no município de Botucatu, recebendo este perfil a designação de P₁ e os demais perfis P₂, P₃, P₄, P₅ e P₆, respectivamente.

A seguir foram feitas as trincheiras com profundidade em torno de 2 metros, procurando-se com isso atender entre outras especificações a necessidade de definir horizontes de subsuperfície e seus limites (SOIL SURVEY STAFF, 1967; e WAMBEKE, 1967).

As descrições morfológicas obedeceram regra geral as recomendações de RANZANI (1968); complementando o trabalho de campo, foram feitas tradagens até 2,50 metros abaixo do fundo das trincheiras, na maioria dos casos.

As amostras foram obtidas segundo as recomendações usuais dadas por diversos autores entre os quais TEIXEIRA MENDES (1970), coletando-se aproximadamente 2 quilos de terra de cada horizonte. Foram coletadas um total de 60 amostras dos seis perfis estudados.

3.2.2 - Análise mecânica do solo

O método para a determinação das classes de separamentos do solo foi o recomendado por KILMER e ALEXANDER (1949) com algumas modificações. Foram tomadas 10 g de

TFSA e dispersada com o emprêgo de hexametáfosfato de só -
dio 0,05 N, em agitador mecânico and end over 40 rpm, du-
rante 16 horas. A seguir a suspensão foi transferida para
proveta de 1 litro, usando-se um tamis de 0,053 mm de malha.
A fração areia retida nesta peneira, foi separada por tami-
sagem, em cinco frações de acôrdo com a escala utilizada pe-
lo U.S.D.A. (SOIL SURVEY STAFF, 1951).

Na proveta de 1 litro, contendo suspensão de
silte e argila, foi colocada água destilada para completar
o volume. Procedeu-se a agitação durante 1 minuto e calcu-
lou-se o tempo de sedimentação do silte pela lei de Stokes
(Tabela), em seguida uma alíquota de 25 ml foi pipetada ,
levada à estufa a 105°C, para secar, pesada e finalmente e-
fetuados os cálculos.

A argila natural (dispersa em água) foi deter-
minada pelo mesmo método, e usando a água como dispersante.

3.2.3 - Análise da fração argila do solo

3.2.3.1 - Remoção dos sais solúveis e cátions divalentes trocáveis

O método usado foi descrito por JACKSON (1956)
e consiste no tratamento a quente, por 30 minutos da amo-
stra de solo com uma solução tampão ligeiramente ácida, pH
5,0, de acetato de sódio.

Em um copo de pirex de 500 ml colocou-se 30 g
de TFSA e sobre ela adicionou-se 250 ml da solução de aceta-
to de sódio, levando-se o copo ao banho-maria. Passados os
30 minutos a suspensão foi retirada e colocada em repouso
para decantar. Depois da decantação o sobrenadante foi si-
fonado e nova lavagem com a solução de acetato de sódio e

aquecimento por 30 minutos foi feita.

3.2.3.2 - Oxidação da matéria orgânica e eliminação do MnO_2

O oxidação da matéria orgânica e a eliminação do MnO_2 são conseguidas tratando-se a amostra de solo em meio ligeiramente ácido, com peróxido de hidrogênio a 30% como recomenda JACKSON (1956).

A suspensão de solo livre de carbonato adicionaram-se 5 ml de peróxido de hidrogênio a 30%, deixando-se reagir por alguns minutos, em seguida colocou-se a boêmia em banho-maria a $65-70^{\circ}C$. Decorridos 15 minutos adicionou-se mais 10 ml de peróxido de hidrogênio a 30%. Novamente 10 ml de peróxido de hidrogênio foram acrescentados após 15 minutos, quando então, tampando-se a boêmia com um vidro de relógio prolongou-se o tempo de permanência no banho-maria por 4 horas. A operação foi repetida, quando necessário, até terminar a reação de oxidação, tendo-se sempre o cuidado de não permitir a secagem da amostra, por isto evaporada até uma pasta rala.

Após este tratamento o solo foi lavado três vezes com uma solução de cloreto de sódio a 2,5%.

3.2.3.3 - Remoção do óxido de ferro livre

Utilizou-se o método do ditionito-citrato-bicarbonato de sódio, descrito por JACKSON (1956).

A amostra de solo livre de matéria orgânica e de sais solúveis foram adicionados 40 ml de citrato de sódio 0,3 M e 5 ml de bicarbonato de sódio 1 M, aquecendo-se em banho-maria até atingir a temperatura entre $75-80^{\circ}C$.

Após esse tempo, 2 g de ditionito de sódio foram adicionadas, agitando-se constantemente a amostra durante 1 minuto, e frequentemente, durante os 15 minutos finais, em seguida a amostra foi esfriada, adicionou-se uma solução de Cl Na 2,5% (+ 350 ml) a fim de flocular os colóides. Depois de 24 horas o sobrenadante sofreu sifonação repetindo-se toda a operação até que a amostra apresentasse coloração branca ou cinza, o que indica a eliminação do óxido de ferro livre.

Trabalhando com este método YUAN (1969) assim se manifesta: "o pré-tratamento de argila com ditionito-citrato bicarbonato de sódio, pode remover considerável quantidade de sílica amorfa e alumina."

BAMPO ADDO et al. (1969) empregando este mesmo método em solos de Gana e analisando o sobrenadante logo após o tratamento das amostras encontraram que quantidades negligíveis de sílica foram dissolvidas.

3.2.3.4 - Dispersão e fracionamento da fração argila

Operação procedida logo após a remoção da matéria orgânica e óxido de ferro livre. Para dispersão, seguiram-se as recomendações de JACKSON (1956). Objetivando-se facilitar as separações das frações mais finas da fração areia total (partículas maiores que 50 μ) esta foi removida da amostra da boêmia por tamisagem. Empregou-se um tamis de 0,05 mm de malha, apoiado sobre um funil, e montado em um suporte de modo a se receber o material de diâmetro inferior a 50 μ em uma proveta de 1 000 ml.

O tempo de deposição necessário para que as partículas de diâmetro superior a 2 μ , na proveta com material em dispersão, ultrapassassem determinada profundidade

foi calculado pela fórmula de Stokes (PIPER, 1944). Depois do tempo (t) de sedimentação a fração coloidal foi sifonada para balão de 6 litros. O sedimento remanescente na proveta, novamente, foi posto em suspensão, adicionando-se água destilada, e deixada em repouso, tornando-se a proceder a sifonação da fração argila após o tempo calculado. Este tratamento foi repetido até que o líquido sobrenadante permanesse incolor.

A seguir a argila contida no balão foi floculada com uma solução normal de KCl e transferida para um vidro devidamente etiquetado.

3.2.3.5 - Preparo e montagem de amostras orientadas

Uma alíquota da fração argila em suspensão (\pm 100 mg) foi transferida para tubo de centrifuga de 15 ml e precedida a saturação com K^+ (KCl \underline{N}). Outra alíquota da mesma argila (\pm 400 mg) foi transferida para tubo de centrifuga de 100 ml e feita a saturação com Mg^{+2} ($MgCl_2 \underline{N}$). Ambos os métodos utilizados foram recomendados por JACKSON (1956). O excesso de cloretos foi eliminado cuidadosamente.

Isto foi conseguido com lavagens sucessivas de água destilada, mistura de água destilada e metanol e finalmente apenas metanol, quando necessário era adicionada acetona para evitar dispersão da fração coloidal. Para comprovar a eliminação completa dos cloretos um teste com $AgNO_3$ a 1%, foi feito no final das lavagens.

Tomou-se, posteriormente, com a ajuda de uma espátula uma certa quantidade de argila saturada com K^+ e com Mg^{+2} , as quais foram transferidas para lâminas de vidro, medindo 2,6 x 4,5 cm, e montadas. Este método foi proposto

por HARWARD e THEISEN (1962).

As lâminas magnésio saturadas foram postas em dissecador a vácuo, contendo etileno glicol, e deixadas 24 horas. Após a glicolação as amostras, agora denominadas "glicoladas", foram levadas ao difratômetro e colocadas no suporte das amostras planas e irradiadas no intervalo de $2^{\circ} - 28^{\circ} 2 \theta$.

As lâminas potássio saturadas foram levadas diretamente ao aparelho de raio-X e sofreram irradiação no intervalo de $2^{\circ} - 28^{\circ} \theta$. Sendo que cada uma destas lâminas foram posteriormente aquecidas a $350^{\circ}C$ e $550^{\circ}C$, recebendo as denominações de "aquecidas a $350^{\circ}C$ " e "aquecidas a $550^{\circ}C$ ", respectivamente; após cada aquecimento as lâminas foram irradiadas, no mesmo intervalo, precedentemente visto para as demais lâminas.

3.2.3.6 - Reconhecimento dos argilo-minerais.

A identificação dos principais minerais de argila foi obtida empregando-se a difração dos raios-X. O comportamento dos diversos minerais de argila quando submetidos a saturação catiônica, aquecimento e glicolação, e levados a análise de raio-X, por meio do qual são identificados, em função dos espaçamentos basais de 1ª ordem, pode ser visto nos trabalhos de: JOHNSON et al. (1954), JACKSON (1956), WARSHAW e ROY (1961), BROWN (1961), NEVES (1968). Neste caso, os principais espaçamentos interplanares, usados no diagnóstico dos diversos constituintes mineralógicos foram: $7,2 \text{ \AA}$ para os argilo-minerais do grupo caulinita, cuja difração é eliminada por aquecimento a $550^{\circ}C$; 10 \AA no caso da mica, cujo espaçamento permanece inalterado com os tratamentos

térmicos e de glicolação; 14 Å, para a vermiculita, que é reduzido para 10 Å, após aquecimento a 350°C. O reconhecimento da gibbsita é procedido pelo espaçamento a 4,85 Å, cuja difração é eliminada pelo aquecimento a 350°C.

3.2.3.7 - Montagem das amostras para micrografia eletrônica

A argila livre de materiais cimentantes tais como os óxidos de ferro livre e matéria orgânica, foi saturada com K⁺ por meio de uma solução normal de KCl. Eliminado o excesso de cloreto por meio de lavagem como em 3.2.3.5, foi a amostra colocada em suspensão bem diluída (0,01%), em recipiente de vidro (JACKSON, 1965). Tiraram-se algumas gotas desta suspensão, as quais foram transferidas, como auxílio de uma micro pipeta, para um suporte especial de 200 mesh de malha. Após a secagem do material as amostras foram levadas ao microscópio eletrônico e fotografadas com aumento de 14 e 19000x.

Após a obtenção das micrografias, foram selecionadas certas áreas e ampliadas para 114, 118, 120 e 140 000x.

3.2.4 - Análise quantitativa dos minerais de argila

A determinação quantitativa da mica foi baseada no valor percentual de 10% de K₂O cuja correspondência é de 100% de mica (JACKSON, 1965). O potássio total da fração argila foi determinado, seguindo-se o método proposto por JACKSON (1956).

A quantidade de vermiculita foi conseguida pelo princípio de diminuição da capacidade de troca de cátions da argila, devido a fixação de potássio, após aquecimento a 105-110°C em um período de 12 horas (ALEXIADES e JACKSON, 1965).

A porcentagem de vermiculita é dada pela equação (1)

$$(1) \quad \% \text{ de vermiculita} = \frac{\text{CTC (Ca/Mg)} - \text{CTC (K/NH}_4)}{154} \times 100$$

O material amorfo foi determinado pela soma de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 20\% \text{ H}_2\text{O}$, após a subtração da porcentagem do óxido de alumínio equivalente a quantidade de gibbsita (ALEXIADES e JACKSON, 1966).

A sílica e a alumina foram determinadas por colorimetria. O método usado para a sílica foi o do ácido molibdico amarelo de JACKSON (1956) e para a alumina o método do Alumínio de HSU (1963).

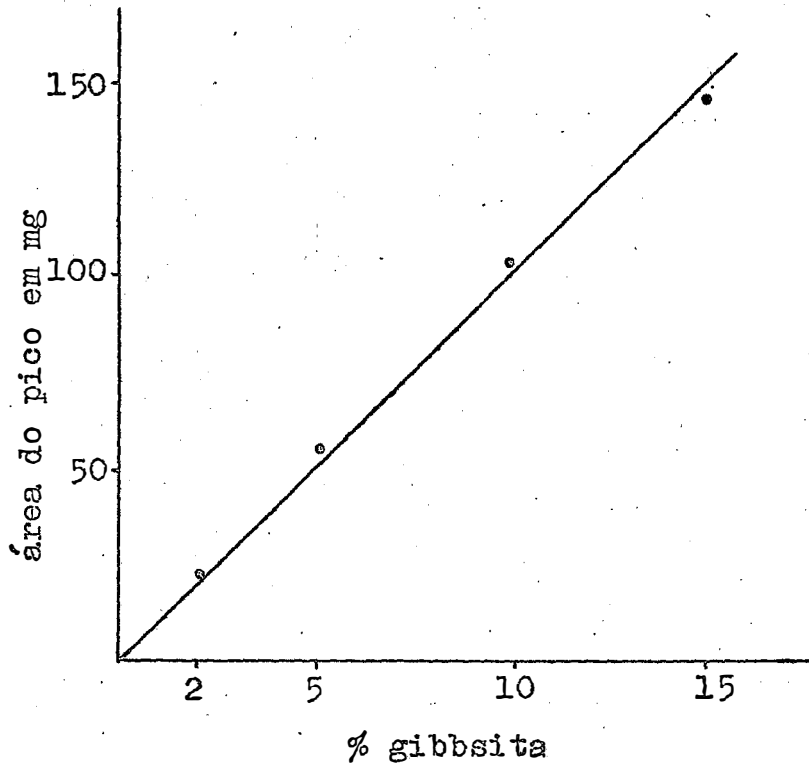
A quantidade de caulinita e gibbsita da fração argila foi determinada pelo método termogravimétrico proposto por DIXON (1966). Diluiu-se a fração argila saturada com magnésio (de 20%) com Al_2O_3 calcinado a 950°C , em vez de empregar asbestos como preconizado pelo autor. A porcentagem de caulinita ou gibbsita, foi calculada pela equação (2).

$$(2) \quad \begin{array}{l} \% \text{ gibbsita ou} \\ \text{caulinita} \end{array} = \frac{\% \text{ gibbsita ou caulinita obtida na curva}}{\% \text{ argila na mistura com Al}_2\text{O}_3} \times 100$$

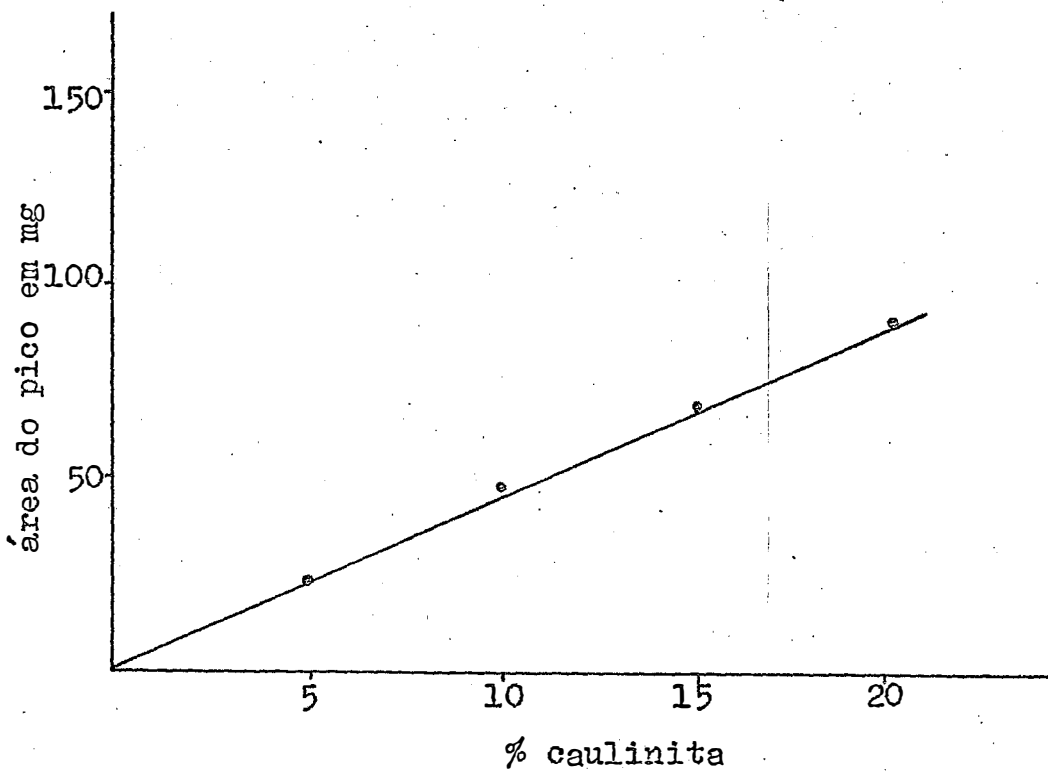
As curvas de calibração para estes minerais encontram-se na figura 4. Empregou-se para isto caulinita da Flórida (U.S.A.), usando-se a fração compreendida entre 0,2 e 0,8 micron; e para a gibbsita empregou-se material puro oriundo de Minas Gerais.

3.2.5 - Análise química do solo

o pH foi determinado empregando-se um potenciômetro "Leeds e Northup", usando-se uma relação solo/água e solo/KCl 1:1.



Curva de calibração para gibbsita por ATD



Curva de calibração para caulinita por ATD

Fig. 4 - Curvas de calibração para caulinita e gibbsita por ATD.

Para determinação do cálcio e magnésio trocáveis foi utilizado o método EDTA, segundo as recomendações de DA GLÓRIA et al. (1964). O potássio, hidrogênio e alumínio, foram obtidos através das especificações de CATANI et al. (1955).

A capacidade de troca de cations foi feita pelo método do EDTA, de acordo com as indicações de DA GLÓRIA et al. (1965).

O fósforo foi obtido pela determinação do fósforo solúvel em ácido sulfúrico 0,005 N, segundo CATANI et al. (1955). O carbono orgânico, foi determinado pelo método Walkley e black, modificado por MALAVOLTA e COURRY (1954).

Finalmente o ferro livre, foi determinado pelo método proposto por JACINTO et al. (1969).

4 - CARACTERÍSTICAS DA ÁREA E DOS PERFIS DE SOLOS

4.1 - Localização e descrição dos perfis de solos

Perfil P₁

O perfil P₁, acha-se situado em um eucaliptal próximo a Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, a margem de uma estrada de terra que contorna a linha da estrada de ferro.

A descrição morfológica e coleta de amostras dos horizontes do perfil foram efetuadas em trincheiras de 2,0 metros de profundidade, em situação de tópo de elevação com declive classe A. A altitude é de 860,60 metros e o relevo ondulado. A cobertura vegetal atual está representada por um eucaliptal, o prolongamento da área não reflorestada está dominado por vegetação de cerrado. A drenagem é boa e o provável material de origem é um arenito.

Ap - 0 - 4 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), pardo amarelado escuro (10YR 3/4 sêco, amassado); areia barrenta; grumosa, grande, fraco; muito friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas, finas, comuns; limite suave, abrupto.

A3 - 4 - 28 cm; pardo amarelado escuro (10YR 3/4, úmido, amassado) e pardo amarelado (10YR 5/8, sêco); areia barrenta; maciça; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas, finas, poucas; macroporos poucos; limite suave, claro.

- B₁ - 28 - 56 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4, úmido); areia barrenta; maciça; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a médias, comuns; macroporos poucos; limite suave, gradual.
- B₂₁ - 56 - 84 cm; pardo forte (7,5YR 5/7, úmido); areia barrenta; maciça; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a média, comuns; macroporos poucos; limite suave, difuso.
- B₂₂ - 84 - 112 cm; pardo forte (7,5YR 5/6, úmido); areia barrenta; maciça; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a médias, comuns; macroporos poucos; limite suave, difuso.
- B₃₁ - 112 - 200 cm; pardo forte (7,5YR 5/6, úmido), mosqueado vermelho (2,5YR 4/8), pouco, pequeno a médio, distinto, irregular, sem transição; barro arenoso; maciça; macio, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a grossas; macroporos comuns, pequenos.
- B₃₂ - 200 - 250 cm; trado (1) vermelho (2,5YR 5/8); barro arenoso.
- B₃₂ - 250 - 300 cm; trado (2) vermelho (2,5YR 5/8); barro arenoso.
- B₃₂ - 300 - 350 cm; trado (3) vermelho (2,5YR 5/8); barro arenoso.
- B₃₃ - 350 - 400 cm; trado (4) vermelho (2,5YR 4/8); barro arenoso.

B33 - 400 - 450 cm; trado (5) vermelho (2,5YR 4/8); barro arenoso.

Perfil P2

O perfil P2, analisado neste trabalho, está localizado no município de São Manuel à 1 km da praça rotatória, para São Manuel (Rodovia S.P. 300), do lado esquerdo da antiga estrada São Manuel-Avaré. O perfil foi examinado em uma trincheira de 2,04 m de profundidade, em situação de topo de elevação com declive classe A. A altitude é de 796,05 metros e o relêvo ondulado.

A cobertura vegetal atual está representada por capoeira, a drenagem é boa e o provável material originário é um arenito.

A11 - 0 - 10 cm; pardo escuro (7,5YR 3/2, úmido, sêco, amassado); areia barrenta; granular, muito pequena a média, moderado; sôlto a macio sôlto a friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a muito grossas, abundantes; macroporos poucos; limite suave, gradual.

A12 - 10 - 26 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4, úmido, sêco, amassado); areia barrenta; maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, média, moderado e granular, muito pequena, fraco; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a muito grossas, comuns; macroporos; limite suave, gradual.

A3 - 26 - 41 cm; alaranjado (5YR 4/8, úmido); areia barrenta; maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, grande, fraco; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes pivo -

tantes, finas a muito grossas, comuns; limite suave, difuso.

- B₁ - 41 - 57 cm; alaranjado (5YR 4/6, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; raízes finas a médias, poucas; macroporos comuns; limite suave, difuso
- B₂₁ - 57 - 77 cm; alaranjado (5YR 4/8, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes pivotantes, finas a médias, poucas; macroporos comuns; limite suave, difuso.
- B₂₂ - 77 - 138 cm; alaranjado (5YR 5/8, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; raízes pivotantes, finas, raras; macroporos comuns; limite suave, difuso.
- B₃₁ - 138 - 204 cm; alaranjado (5YR 5/8, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; raízes pivotantes, finas a médias, raras; macroporos comuns; limite suave, difuso.
- B₃₂ - 204 - 254 cm; trado (1) barro arenoso
- B₃₂ - 254 - 304 cm; trado (2) barro arenoso
- B₃₃ - 304 - 354 cm; trado (3) barro argilo arenoso
- B₃₃ - 354 - 415 cm; trado (4) barro argilo arenoso
- B₃₃ - 415 - 470 cm; trado (5) barro argilo arenoso.

Perfil P₃

O perfil P₃, localizado na Estação Experimental de São Manuel a 200 metros da praça rotatória para São Manuel (Rodovia S.P. 300) do lado esquerdo da antiga rodovia São Ma

nuel - Avaré.

O perfil foi estudado em trincheira de 2,10 metros de profundidade, em situação de topo de elevação com declive classe A. A altitude é de 758,84 metros e o relevo ondulado. A cobertura vegetal é constituída por pastagens de capim gordura, a drenagem do solo é boa e o provável material de origem é um arenito.

A11p - 0 - 5 cm; pardo escuro (7,5YR 3/2, úmido, 4/4, sêco, 3/2, amassado); areia barrenta; composta de granular, muito pequena a média e maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, média, fraco; ligeiramente duro, friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas, finas, abundantes; macroporos comuns; limite suave, gradual.

A12p - 5 - 17 cm; pardo escuro (7,5YR 3/2, úmido, sêco, amassado); areia barrenta; maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, média, fraco; ligeiramente duro, friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas, finas, abundantes; macroporos comuns; limite suave, clara.

B1 - 17 - 30 cm; pardo escuro (7,5YR 3/2, úmido), marçhetamento alaranjado (5YR 4/8), abundante, médio, distinto, irregular, difuso; areia barrenta; maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, média, fraco; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas, comuns; macroporos abundantes; limite suave, gradual.

B2 - 30 - 110 cm; alaranjado (5YR 4/6, úmido; areia barrenta; maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, grande, fraco; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes

pivotantes e faciculadas, médias, poucas; macroporos abundantes; limite suave, difuso.

- B31 - 110 - 210 cm; alaranjado (5YR 4/8, úmido); barro arenoso; maciça que se desfaz em blocos sub-angulares, grande, fraco; ligeiramente pegajoso; raízes pivotantes e faciculadas, médias, poucas; macroporos abundantes.
- B32 - 210 - 260 cm; trado (1) barro arenoso
- B32 - 260 - 310 cm; trado (2) barro arenoso
- B33 - 310 - 360 cm; trado (3) barro arenoso
- B33 - 360 - 400 cm; trado (4) barro arenoso
- B33 - 400 - 470 cm; trado (5) areia barrenta.

Perfil P4

O perfil P4, localizado na Estação Experimental de São Manuel, a cerca de 30 metros de uma estrada interna que corta a propriedade no sentido NE-SO, do seu lado direito.

O perfil foi examinado em trincheira de 2,0 metros de profundidade em situação de meia enconsta de elevação com declividade classe B. A altitude é de 725,90 metros e o relêvo ondulado. A cobertura vegetal atual é constituída por capim gordura e samambáia, a drenagem do solo é boa e o provável material de origem é um arenito.

- Ap - 0 - 8 cm; vermelho ferrugem (2,5YR 3/2 úmido) a pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4, sêco amassado); areia barrenta; composta de grumosa, grande, moderado e maciça compacta; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes faciculadas e pivotantes, finas e muito grossas, abundantes;

- macroporos poucos; limite suave, abrupto.
- A3 - 8 - 36 cm; vermelho (2,5YR 4/7, úmido, sêco, 4/6, amassado); barro arenoso; maciça; agregados vermelho ferrugem (10R 3/4), comum, pequeno a médio, distinto (parece deposição em canais de raízes ou biológicos); ligeiramente friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a grossas, abundantes; macroporos poucos; limite suave, difuso.
- B1 - 36 - 92 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); barro arenoso; maciça; agregado vermelho escuro (10R 3/6), pouco, grande, proeminente (parece deposição em canais); ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a grossas, abundantes; macroporos comuns; limite suave, difuso.
- B21 - 92 - 130 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas e pivotantes, finas a médias, poucas; macroporos comuns.
- B22 - 130 - 200 cm; vermelho (2,5YR 4/7, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas, finas a médias, poucas; macroporos poucos.
- B31 - 200 - 250 cm; trado (1) vermelho (2,5YR 4/6); barro argilo arenoso.
- B31 - 250 - 300 cm; trado (2) vermelho (2,5YR 4/6); barro argilo arenoso.
- B32 - 300 - 350 cm; trado (3) vermelho (2,5YR 4/6); barro arenoso.

B33 - 350 - 400 cm; trado (4) vermelho (2,5YR 4/8); barro ar
gilo arenoso

B33 - 400 - 450 cm; trado (5) vermelho (2,5YR 4/8); barro ar
gilo arenoso.

Perfil P5

O perfil P5, também localizado na Extação Expe-
rimental de São Manuel, do lado esquerdo da estrada interna
que passa abaixo do perfil P4 e algumas centenas de metros a
lém dêsse perfil.

A caracterização morfológica e a coleta de amo-
stras dêsse perfil foram efetuadas em uma trincheira de 2,08
metros de profundidade em uma situação de sopé de elevação -
com declividade classe B. A altitude é de 716,75 metros e o
relêvo ondulado, a cobertura vegetal é representada por euca-
lipto e gramíneas esparsas, a drenagem do solo é boa e o pro-
vável material originário um arenito.

Ap - 0 - 12 cm; pardo escuro (10YR 3/3, úmido; 4/3 sêco,
3/3 amassado); areia barrenta; maciça que se desfaz
em granular muito fina; macio, muito friável, não plás-
tico e não pegajoso; raízes faciculadas; macroporos
poucos; limite suave, claro.

A3 - 12 - 55 cm; pardo amarelado (10YR 5/6, úmido), varie-
gado pardo escuro (10YR 3/3), abundante, difuso; areia
barrenta; maciça; ligeiramente duro, friável, não plás-
tico, ligeiramente pegajoso; raízes faciculadas, raras,
macroporos abundantes; limite ondulado (12-50-60 cm),
difuso.

B1 - 55 - 100 cm; pardo amarelado (10YR 5/6, úmido), marçhe-
tamento vermelho (2,5YR 4/8), pouco, pequeno à médio,

distinto; areia barrenta; maciça; ligeiramente duro, friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; raízes raras; macroporos abundantes; limite suave, difuso.

- B2 - 100 - 168 cm; pardo amarelado (10YR 5/8, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas, raras; macroporos abundantes; limite suave, difuso.
- B31 - 168 - 208 cm; pardo forte (7,5YR 5/6, úmido); barro arenoso; maciça; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes raras; macroporos abundantes.
- B32 - 208 - 258 cm; trado (1) pardo forte (7,5YR 5/6); barro arenoso.
- B32 - 258 - 318 cm; trado (2) pardo forte (7,5YR 5/6); barro arenoso.
- B33 - 318 - 358 cm; trado (3) alaranjado (5YR 5/6); barro arenoso.
- B33 - 358 - 408 cm; trado (4) alaranjado (5YR 5/6); barro arenoso.
- B34 - 408 - 458 cm; trado (5) amarelo avermelhado (5YR 6/5); barro arenoso.

Perfil P6

O perfil P6, está localizado próximo a área de horticultura da Estação Experimental de São Manuel.

O perfil foi examinado em trincheira de 80 cm de profundidade, aberta na parte média de um vale estreito

com declividade classe A. A altitude é de 701,50 metros, a cobertura vegetal é constituída por arbustos, gramíneas e cipráceas e o provável material de origem deposição de material transportado de locais situados em cotas superiores.

- Camada I - 0 - 3 cm; cinza escuro (10YR 4/1, úmido), cinza (10YR 5/1, sêco), pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2, amassado); areia; granular, muito fina a média, muito friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas, finas, abundantes; limite suave, gradual.
- Camada II - 3 - 12 cm; cinza muito escuro (10YR 3/1, úmido), mosqueado pardo amarelado (10YR 5/8), abundante, médio, distinto, alongado e estreito, areia; granular, média a muito fina, muito friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas, finas, abundantes; macroporos poucos; limite suave, difuso.
- Camada III - 12 - 30 cm; cinza (7,5YR N5/, úmido) mosqueado alaranjado (7,5YR 5/6), abundante, proeminente, claro; areia barrenta; maciça, porosa; ligeiramente duro, friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas finas, poucas; macroporos poucos; limite irregular, gradual.
- Camada IV - 30 - 80 cm; cinza escuro (7,5YR N4/, úmido); areia barrenta; maciça; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, não pegajoso; raízes fasciculadas finas, raras; limite irregular, gradual.
- Camada V - 80 - 120 cm; trado (1) barro arenoso.
- Camada VI - 100 - 130 cm; trado (2) barro argilo arenoso.
- Camada VII - 130 - 190 cm; trado (3) areia barrenta.

4.2 - Características do meio físico

O município de São Manuel no Estado de São Paulo têm as seguintes coordenadas geográficas na sede $22^{\circ}43'49,9''$ latitude sul e $48^{\circ}34'11,9''$ longitude W.Gr.

O clima do município é do tipo mesotérmico de inverno seco, isto é, sub-tropical úmido, Cwa.

A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C , o total de chuvas do mês mais seco é inferior a 30 mm.

No tocante a temperatura (21 anos de observação) a média anual apresentou um valor de $20,1^{\circ}\text{C}$, com relação a precipitação (26 anos de observação) a média anual foi de 1053 mm.

Para o município de Botucatu temos o tipo climático Cfa: clima úmido mesotérmico, temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C e a do mês mais quente abaixo de 22°C , sem estação seca distinta.

A temperatura média anual é de $19,4^{\circ}\text{C}$ e a precipitação média anual 1.280 mm (SOUZA, 1971).

Em relação a cobertura vegetal existem, atualmente, apenas alguns pequenos maciços remanescentes representativos da cobertura vegetal primitiva, que a caracteriza como floresta latifoliada tropical ou latifoliada tropical semi-decídua.

Aparecem também vegetais típicos do cerrado (barba de bode, samambáia, etc). Atualmente a maior parte da área acha-se coberta por pastagens de capim gordura, além de glebas com antigos cafezais e eucalipto.

As classes de relevo predominantes na região são suave ondulado e ondulado.

A geologia da área se enquadra no Período Cretáceo da Era Mesozóica, representada pela série Bauru.

Quem primeiro a descreveu foi GONZAGA DE CAMPOS (1905), com a designação de Grês de Baurú.

FREITAS (1955) diz: o sedimento da série Baurú não passa de uma terra roxa do passado, que foi submetida a um retrabalhamento fluvial. Os grãos do sedimento Bauru viajaram despigmentados, com cores cinzenta ou claras.

O corante vermelho incorporou-se nos sítios de deposição, similarmente ao ocorrido com o cimento calcário, daí admitir-se que o hidróxido viajou mais em solução como componente químico do que em suspensão, como constituinte mineral. A variação de cor destes sedimentos resulta da introdução maior ou menor do hidróxido de ferro nos locais de deposição. A sua ausência determina cores claras, controladas pelo carbonato de cálcio e pela cor original dos grãos de quartzo.

OLIVEIRA e LEONARDOS (1943) relataram que depois de longa fase erosiva que esculpiu a sedimentação e os derames réticos, houve abaixamento continental, dando lugar aos fenômenos da deposição terrígena do Bauru. O aspecto da formação Bauru indica uma primeira fase de sedimentação, em águas pouco profundas, depois uma fase erosiva e, finalmente uma sedimentação em águas mais calmas.

O veículo de transporte do sedimento Bauru foi aquoso e de natureza fluvial. O ambiente de deposição foi fluvial operando em calhas, planos aluviais, planícies de inundação, lagôas e deltas fluviais.

Na figura 3 é vista uma seção geoestrutural na Serra de Botucatu, apresentando camadas a partir da série

Passa Dois até as camadas recentes, estas mais relacionadas, portanto, com a gênese dos solos estudados.

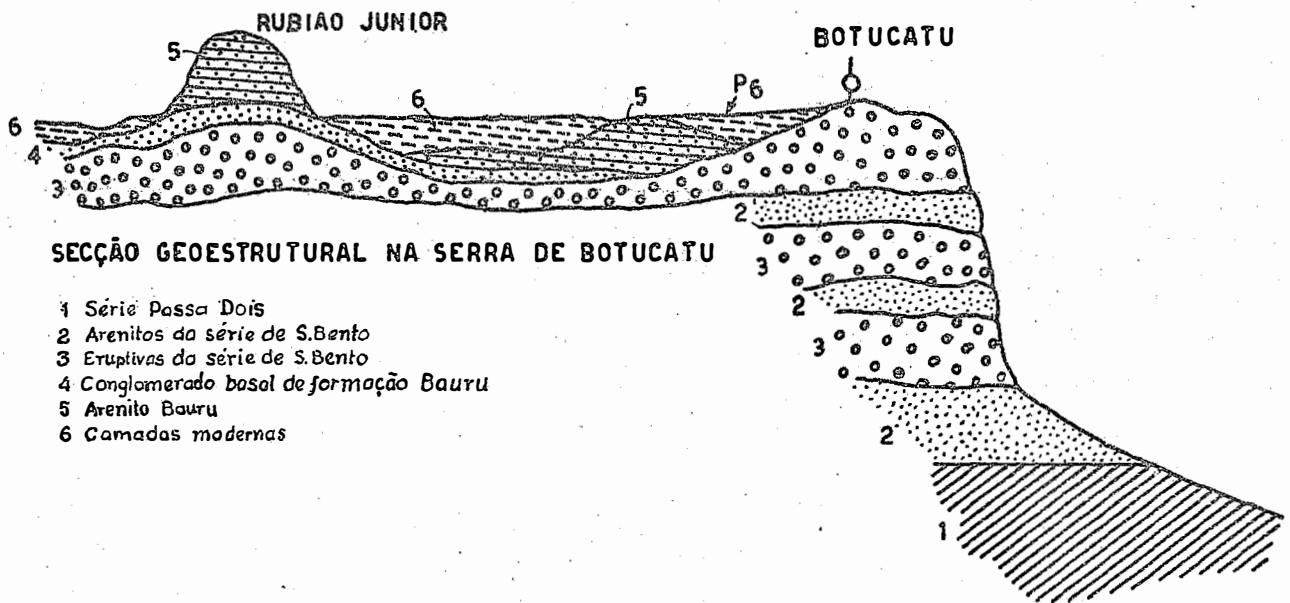


Fig. 3 - Seção geoestrutural na serra de Botucatu
MORAES REGO (1935).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Análise mineralógica da fração argila

Os resultados referentes ao perfil P₁ estão no Quadro 2. Examinando-se este perfil, observa-se que a caulinita (grupo da caulinita) é o mineral dominante sendo seu valor máximo 74,0%, no horizonte Ap, e mínimo 47,5% no horizonte A₃.

Dentro dos 450 cm do perfil pode-se notar variações relativamente grandes no teor desse mineral.

O último horizonte (B₃₃) apresenta um teor de 60,5%.

Segundo JACKSON (1948, 1956 e 1968), quando um solo é desenvolvido no próprio local, sem retrabalhamento, o teor de caulinita tende a decrescer de acordo com a profundidade.

Os dados desse mineral no P₁, não são uniformes, ora aumentando ora diminuindo de acordo com a profundidade do solo.

Esses valores anormais de distribuição da caulinita sugerem que tal solo deve ter sido retrabalhado e depositado no local atual.

Segundo RUHE (1959) a ocorrência de linha de seixos indica ter sido o material retrabalhado.

Por ocasião do exame morfológico, devido à posição mais elevada do P₁ não foi possível constatar a presença de linha de seixos até a profundidade estudada. Todavia, a ocorrência de linha de seixos foi verificada em um

o corte de estrada, situado a algumas dezenas de metros do local onde foi examinado o perfil P₁, e, em situação topográfica de cota inferior. Neste caso, e de acordo com diversos autores, entre os quais RUHE (1959), pode-se afirmar que o material de origem dêsse solo foi retrabalhado.

O material amorfo apresenta um máximo de 18,6%, no B₃₃ e um mínimo de 5,3% no horizonte A_p. Nota-se, pois, que o teor máximo determinado no perfil P₁, ocorre onde o valor da caulinita é praticamente o mínimo (48,0%) e o mínimo, onde a porcentagem de caulinita é exatamente a máxima do perfil (74,0% no A_p).

A gibbsita apresenta, neste perfil, os conteúdos mais elevados entre todos os demais perfis examinados. Seus valores extremos são de 20,5%, no horizonte B₂₂, e de 11,0% no A₃.

Normalmente, quando o solo é desenvolvido no próprio local, sem retrabalhamento, o teor de gibbsita tende a decrescer de acordo com a profundidade do solo. Entretanto isto não aconteceu.

Os minerais do grupo 2:1 (mica e vermiculita) apresentam valores inferiores a 10,0%, sem seletividade na distribuição em função da profundidade. Dentre estes minerais a vermiculita ocorre em maior quantidade.

O reconhecimento dos componentes da fração argila, com exceção do amorfo, pode ser verificado pelos difratogramas apresentados na Figura 5. Na Figura 6 os picos da caulinita são intensos a 7,2 e 3,5 Å; da vermiculita a 14 Å da mica a 10 Å e da gibbsita a 4,8 e 4,3 Å. Os picos da gibbsita 4,8 e 4,3 Å desaparecem com aquecimento a 350°C e os da caulinita, com aquecimento de 550°C como pode ser visto na Figura 5.

Na amostra glicolada (figura 5) não há alteração na posição do pico de 14 \AA , confirmando a presença da vermiculita, que foi determinada por métodos químicos. A presença da gibbsita e da caulinita pode ser observada também pelos termogramas apresentados na figura 19. Observa-se que a gibbsita apresenta, nessa figura, um pico endotérmico na região dos 350°C bastante amplo, refletindo o alto conteúdo deste mineral no perfil, assim como o pico da caulinita, também endotérmico, aparecendo na região dos $550 - 600^{\circ}\text{C}$.

No Quadro 2 estão os resultados referentes à análise mineralógica do perfil P₂. Observando-se estes dados, nota-se que o teor de caulinita é elevado, sendo normalmente acima de 50%. Seu valor máximo é de 74,0% no horizonte B₃₂ e o mínimo é de 48,0% no horizonte A₁₂, sem tendência de diminuir em relação à profundidade. A variação no teor deste mineral é da ordem de 26,0%, semelhante, portanto, a do perfil anterior. Também a distribuição da caulinita ao longo do perfil é semelhante a do perfil P₁. Seus valores apresentam uma tendência de diminuição até o horizonte B₂₂ (57,0%), para aumentar em seguida, atingindo um valor máximo de 74,0% (B₃₂), decrescendo logo após e atingindo o valor de 51,0% (B₃₂). Neste caso tal perfil também foi re-trabalhado.

A distribuição da gibbsita ao longo do perfil apresenta semelhança com o da caulinita, porém, com valores mais baixos. Seu valor máximo (9,5%) ocorre no horizonte B₃₂ e o mínimo, nos horizontes A₁₁ e B₂₁ (5,0%).

Os conteúdos de material amorfo, neste perfil, são os mais altos depois dos valores da caulinita, com teores extremos de 17,5 e 10,3%. Observa-se ainda que o máximo valor deste material, coincide com o valor mínimo da caulinita.

nita.

Os minerais do grupo 2:1 apresentam sempre teores inferiores a 10,0%. Dêstes, a vermiculita normalmente ocupa a maior porcentagem.

A identificação dêsses minerais, com exceção do material amorfo, é possível pela observação dos difratogramas apresentados na Figura 7. Os espaçamentos da caulinita (difratogramas das amostras saturadas com potássio) são eliminados com aquecimento a 550°C. Os da gibbsita, com aquecimento a 350°C. A vermiculita apresenta em espaçamento de 14 Å (Difratograma das amostras saturadas com K⁺), que se fecha para 10 Å com o aquecimento e permanece com o tratamento de glicolação.

A Figura 8 apresenta uma sequência vertical de horizontes com argila saturada em potássio. Pode-se notar, nestes difratogramas, os principais espaçamentos dos minerais aqui citados.

A gibbsita e a caulinita podem também ser reconhecidas nos termogramas da Figura 17. O comportamento dêsses minerais, na análise térmica diferencial, é análogo ao apresentado pelas amostras do perfil anterior.

Apesar dos dois perfis (P₁ e P₂) pertencerem a uma mesma unidade de solo (Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa), o teor de gibbsita é sensivelmente diferente entre êles, sendo bem mais elevado no primeiro perfil. Tomando-se, portanto, êste mineral como índice de intemperismo para solos tropicais (MONIZ e JACKSON, 1967), pode-se notar que o perfil P₁ é bem mais evoluído que o perfil P₂.

O perfil P₃ (Quadro 2) possui os mesmos minerais apresentados pelos perfis P₁ e P₂, e algumas considerações feitas para êstes perfis são extensivas ao P₃. O mineral de

argila dominante é a caulinita, com teores variando entre 82,5% (horizonte B32) e 57,5% (horizonte B2).

Também aqui a variação entre o teor máximo e mínimo deste mineral é elevada, em torno de 25,0%, próxima, portanto, das variações vistas para os perfis P1 e P2. A sequência de distribuição não é uniforme de acordo com a profundidade do solo. Daí, similarmente ao que ocorre com os perfis P1 e P2, se postular o retrabalhamento do material de origem desses solos, embora, no local de ocorrência do perfil, não fosse verificada a presença de linha de seixos. Ocorre que a existência de descontinuidade litológica, muitas vezes não está associada à presença de uma linha de seixos (MENEZES LOBO, 1971).

A gibbsita apresenta teores mais baixos nesse perfil que nos anteriores. Seu valor máximo está em torno de 6,5%, no horizonte B33 e um mínimo, em torno de 2,5% no horizonte Ap. Deve-se observar que o teor máximo desse mineral também é encontrado a uma grande profundidade, da mesma maneira que no perfil P2.

O material amorfo ocupa o segundo lugar na ordem de dominância dos constituintes da fração argila, com teores entre 9 e 15%. Os minerais 2:1 (mica e vermiculita) não ultrapassam, normalmente, o 5%. Dêstes, a vermiculita é o dominante.

A Figura 9 mostra uma série de difratogramas de amostras do horizonte B2, submetidas a diversos tratamentos. O reconhecimento dos minerais aqui observados pode ser mostrado por estes difratogramas. A Figura 10 apresenta uma sequência vertical de difratogramas de amostras saturadas com potássio. Os termogramas da figura 17 confirmam a presença da gibbsita e da caulinita através dos picos endo-

térmicos a 350 e 550°C.

Para o perfil P₄ (Quadro 3) são válidas, até certo ponto, as considerações feitas acerca dos perfis P₁, P₂ e P₃.

A caulinita domina na fração argila, sendo que ocorre nesse perfil alguns horizontes com teor próximo a 80%. Em termos gerais é o perfil que apresenta maior predominância de caulinita. O valor máximo é de 85,0% no horizonte B₂₂ e o mínimo, de 57,0% (B₃₃). Sua distribuição também não é uniforme de acordo com a profundidade do solo, pois, o seu valor máximo ocorre praticamente no meio do perfil (B₂₂), corroborando a hipótese da descontinuidade litológica e, portanto, retrabalhamento do material de origem. A diferença entre os teores extremos é, neste caso, cerca de 28,0%, ligeiramente maior que as variações vistas anteriormente. O reconhecimento da caulinita pode ser feito através dos difratogramas apresentados na Figura 11. Os espaçamentos de 7,2 e 3,5Å (amostras saturadas com K⁺) desaparecem com o aquecimento a 550°C.

Os valores de gibbsita são bastante aproximados aos do perfil P₃. O teor máximo é 4,5% no horizonte A_{1p} e os valores mínimos são de 2,2% no A₃ e B₁. Entretanto, é preciso notar que os valores desse mineral de argila tendem a se distribuir de maneira bastante uniforme ao longo do perfil. Por sua vez os teores do material amorfo vem logo a seguir aos da caulinita. Seus valores estão entre 10 e 15%, não havendo, portanto, variações grandes ao longo do perfil.

Os minerais 2:1 normalmente apresentam teores em torno de 5%. Dentre eles a vermiculita ocorre em maior porcentagem.

A Figura 12 apresenta uma sequência de difratogramas dos principais horizontes do perfil P4. Nota-se os principais espaçamentos a 14, 7,2, 4,8, 3,5 e 3,3 Å. Os termodigramas da Figura 18 apresentam picos endotérmicos da gibbsita (330 - 350°C) e da caulinita (550 - 600°C).

Este perfil P4 está classificado, segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960), como sendo Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa. Os demais perfis (P1, P2, P3 e P5) estão classificados como Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa. Nota-se que, com exceção do perfil P1, apresentam uma mineralogia semelhante, apesar dos solos pertencerem às fases de grande grupo diferentes.

Os teores extremos de caulinita para o perfil P5 (Quadro 3) são 79,5% (horizonte B32) e 51,5% (horizonte B2). A sua distribuição quantitativa em ordem crescente ou decrescente não se efetua seguindo uma direção preferencial. Contudo, também para esse solo, pode-se notar variações relativamente grandes dos valores da caulinita nos diversos horizontes em torno de 28% para os teores extremos. Os teores deste mineral aumentam do horizonte Ap até o B1 (62 a 76%) sofrendo uma diminuição no B2 (51,5%) e aumentando a partir do horizonte seguinte até atingir o valor máximo (79,5%) no horizonte B32. Deste ponto decresce novamente para 54,0 (B33) havendo logo após novo aumento. Nota-se pois, certa similaridade na distribuição da caulinita com os demais perfis aqui estudados. O conteúdo de gibbsita oscila entre um valor máximo de 7,0% no horizonte B32 e um mínimo de 3,0% no horizonte B33. Observa-se que o valor máximo de gibbsita e caulinita são encontrados na mesma camada (B32).

O reconhecimento da caulinita e gibbsita pode

ser feito pelos difratogramas da figura 13. Os espaçamentos da caulinita são eliminados com aquecimento a 550°C e os da gibbsita, com aquecimento de 350°C . Estes minerais podem também ser reconhecidos pelos termogramas da figura 18. Para os minerais do grupo 2:1 (mica e vermiculita) as teores são normalmente menores que 5%. A Figura 14 apresenta uma sequência vertical de difratogramas do perfil P5, notando-se os espaçamentos típicos dos minerais aqui citados, com exceção do material amorfo.

Pelo que se pode observar, confrontando os dados mineralógicos da fração argila referentes aos perfis P1, P2, P3 e P5 (Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa) e P4 (Latosolos Vermelho Escuro - fase arenosa), o mineral de argila dominante é a caulinita, seguida pelo material amorfo, gibbsita, vermiculita e mica.

Mineralogicamente parece não ter havido diferença entre as duas unidades de mapeamento estudadas. Entretanto, dentre todos os perfis aqui observados, o P1 é o mais intemperizado.

Os resultados aqui obtidos para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (perfil P4) são semelhantes aos obtidos por MONIZ e CARVALHO (1969), que trabalharam na região de Itapura. Tais autores também notaram variações na distribuição dos teores de minerais de argila em relação à profundidade do solo, atribuindo o fato à falta de homogeneidade vertical do material de origem do solo. Eles, todavia, praticamente não encontraram gibbsita em seus perfis. Isto pode ser explicado tendo em vista que aqueles perfis estão ainda em estágio ligeiramente inferior ao perfil P4, no que tange à evolução.

Por outro lado, no município de Jaboticabal,

ALOISI (1971) encontrou os mesmos dados mineralógicos para o Latossolo Vermelho Escuro - fase arenosa daquela região, inclusive nos teores de gibbsita, quando relacionados com o perfil P4. Entretanto o teor de material amorfo foi ligeiramente superior aos aqui encontrados.

Em relação aos Latossolos Vermelho Amarelo - fase arenosa, não foi encontrada nenhuma referência bibliográfica precisa à respeito da sua mineralogia. Fica estabelecido, portanto, que estes solos apresentam diversos graus de intemperismo. Assim é que o perfil P1 é mais evoluído que os demais perfis desta unidade de mapeamento.

A caulinita é o mineral dominante, com teores normalmente acima de 50%. A seguir vem o material amorfo, com valores relativamente baixos, entre 10 e 20% e, mais comumente, entre 10 e 15%. A gibbsita apresenta valores baixos (normalmente inferiores a 10%), podendo, entretanto, ter solos que possuam maior conteúdo desse mineral, como é o caso do perfil P1 (teores entre 11 e 20%). Os minerais 2:1 (mica e vermiculita) apresentam teores em torno de 5%, com predominância da vermiculita.

Um paralelo entre o grau de intemperização dos Latossolos do presente trabalho e outros Latossolos, tomando-se como mineral índice a gibbsita, é feito a seguir.

Os perfis P3, P4 e P5 apresentam teores semelhantes deste mineral, podendo, pois, serem considerados como pertencentes a um mesmo estágio de intemperismo.

Neste caso os perfis aqui estudados podem ser colocados na seguinte ordem decrescente de intemperismo:
 $P_1 > P_2 > P_3 = P_4 = P_5$.

Latossolos Roxo da região de Piracicaba apre -

sentam teores de gibbsita entre 5 e 15% (ESCOBAR, MONIZ e DEMATTE, 1969) ou seja, podem ser considerados no mesmo estágio de evolução que os Latossolos Vermelho Amarelos e Vermelho Escuro - fase arenosa aqui estudado. Por outro lado, Latossolos Roxo da região de Ribeirão Preto (MONIZ e JACKSON, 1967) e de Campinas (MELFI et al., 1966) apresentam teor de gibbsita superior a 30%, sendo pois, mais intemperizados que os Latossolos - fase arenosa estudados aqui.

O perfil P6 (Quadro 3) é um solo Aluvial da sequência catenária de solos estudada, diferindo dos demais taxonômica e mineralogicamente.

A caulinita é o mineral dominante, mas seus valores são relativamente menores que os encontrados nos solos zonais. O valor máximo é cerca de 65,0% (camada VI) e o mínimo, 47,5% (camada VII). A diferença entre os teores extremos é menor neste perfil que nos demais vistos, sendo cerca de 17,5%. A distribuição deste mineral é variável de acordo com a profundidade do solo, apresentando teores elevados e baixos à medida que aumenta a profundidade. Esta distribuição da caulinita é compatível com a natureza deste solo (alúvio) que é constituído por deposições de camadas sem qualquer uniformidade genética.

O reconhecimento da caulinita pode ser feito através dos difratogramas apresentados na Figura 15. Os espaçamentos de 7,2 e 3,5 Å desaparecem com aquecimento a 550°C. A Figura 16 apresenta uma sequência vertical de difratogramas das amostras saturadas com potássio. Nessa figura a caulinita apresenta picos a 7,2 e 3,5 Å, a vermiculita a 14 Å e a mica, a 10 e 3,3 Å.

Pode-se observar que o citado perfil difere dos demais estudados também pela ausência de gibbsita. A ausência

cia deste mineral pode ser observada pelos termogramas da Figura 20, nos quais não aparece o pico endotérmico na região dos 300 - 350°C.

A ausência de gibbsita neste solo pode ser explicada por várias hipóteses, entre elas as seguintes.

a - Ressonância de minerais colocados em estágios mais avançados na escala de intemperismo para minerais mais jovens (gibbsita para caolinita, p. ex.).

b) Devido ao ambiente super úmido o processo de intemperismo permaneceu no estágio da caolinita, não se intemperizando para gibbsita.

Sabe-se que os minerais de argila se formam praticamente em qualquer clima pela alteração de rochas e sedimentos. A quantidade, assim como o tipo de mineral formado, pode, no entanto, variar significativamente com as condições do meio ambiente.

Por outro lado, a influência da drenagem do solo tem um papel fundamental na formação de minerais de argila. Assim é que MOHR e Van BAREN (1954), estudando a influência da drenagem do solo na formação de minerais de argila, verificaram que a laterita e a montmorillonita foram formadas a curta distância uma da outra, embora provenientes do mesmo material de origem e nas mesmas condições de clima. A única exceção imposta pelo meio ambiente, que proporcionou tanto a formação da laterita como da montmorillonita foi a drenagem: enquanto a primeira se formou em ambiente de boa drenagem, a segunda foi formada em condição de drenagem pobre, ambiente rico em sílica e íons metálicos.

Nesta situação tudo leva a crer que não houve formação de gibbsita no perfil P6, devido principalmente à drenagem do solo (pobre) não favorecer a intemperização para

gibbsita. Neste caso a segunda hipótese parece ser a mais viável, pois, segundo alguns autores, a reversão da equação de intemperismo é atribuída a uma alteração hidrotermal e não ao intemperismo propriamente dito, Rex citado por MONIZ (1970).

Por outro lado, um solo com drenagem excessiva (lixiviação elevada) também pode, de acordo com a equação geral de intemperização, alterar os minerais. Brown e Jackson (JACKSON, 1965) concluíram que a intemperização da illita é acelerada devido a rápida infiltração da água das chuvas no perfil do solo. Comparando-se, portanto, os solos aqui estudados, pode-se mostrar que os solos de boa drenagem (Latossol Vermelho Amarelo e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa) estão em estágio de evolução superior ao solo classificado como alúvio, unicamente devido às condições de drenagem.

Atavés dos dados analíticos de todos os perfis aqui estudados pode-se notar que o material amorfo apresenta os maiores valores no solo de drenagem impedida, fato este também atribuído às condições ambientes. Aliás, resultados semelhantes aos aqui encontrados também foram obtidos por ANDRADE (1971) em solo da região de Rio Claro.

Finalmente, a seguinte sequência decrescente de intemperismo pode ser sugerida para os solos estudados. Tomando como índice o teor de gibbsita: perfil $P_1 > P_2 > P_3 = P_4 = P_5 > P_6$.

Também é possível estudar o intemperismo desses solos mediante o conceito de catena. De acordo com MILNE (1936), duas variantes de catena podem ser distinguidas no campo:

- a) Topografia modelada por desnudação e outros processos

a partir de uma formação original semelhante em caráter litológico. Solos diferentes surgiriam devido ter condições de drenagem, transporte diferencial do material erodido, lixiviação, deslocamento e deposição de constituintes químicos móveis.

b) Topografia esculpida em duas ou mais formações litologicamente diferentes.

Os solos aqui estudados apresentam-se mais evoluídos à medida que se dirige para as regiões mais elevadas da área, não havendo, pois, coincidência de posição, com a catena original de MILNE (1936), e elementos da paisagem de finidos por RUHE (1960).

5.2 - Classificação dos solos

Será executado, neste capítulo, uma tentativa de classificação dos solos, tendo como base o novo sistema americano de classificação. Cumpre alertar, todavia, que, devido a imensas dificuldades encontradas, não foi possível fazer as secções delgadas dos horizontes B para o diagnóstico de argila translocada e, conseqüentemente, utilizar também este recurso para o diagnóstico do horizonte argílico.

As discussões para a presente classificação foram conduzidas, tomando-se como base as características físicas, químicas e mineralógicas dos perfis de solos.

Os dados granulométricos e químicos estão apresentados nos Quadros 4, 5, 6, 7 e 8; 10, 11, 12, 13 e 14.

As análises morfológicas estão contidas no capítulo 4.1 deste trabalho.

Examinando-se os resultados analíticos como um

todo, pode-se notar que há uma grande uniformidade nos perfis de solos classificados como zonais. Devido a este fato serão feitas considerações abrangendo todos estes solos, não estudando nenhum em particular.

Assim é que os teores de argila para os horizontes A estão entre 11,0% (perfil P₃) e 16,3% (perfil P₄). A classe textural é areia barrenta para os horizontes superficiais. De uma maneira geral os teores deste separado aumentam sensivelmente de acordo com a profundidade do solo, seus valores entretanto não ultrapassam os 22,3%, permanecendo a maioria deles em torno de 15 a 20%.

Com exceção do perfil P₂, os teores de silte são baixíssimos (inferiores a 10%) tendo perfis como e o caso do P₄ com valores inferiores a 4%. O separado do solo dominante é a areia, sendo que a moda está representada sempre pela areia fina. A argila natural, com exceção dos primeiros horizontes apresentam teores mais elevados do que 3%, atingindo o valor máximo de 9,8% no horizonte B₂₁ do perfil P₄.

Devido ao aumento gradual de fração argila ser pequeno em alguns casos ele é superior a 3%, teor este compatível com a presença de um horizonte argílico (perfis P₂ e P₃). Devido entretanto a ausência de cerosidade (ver descrição morfológica) não foi possível diagnosticar um horizonte argílico nestes perfis.

Contudo o teor de argila dos horizontes B (ou dos horizontes mais profundos até 1,75 m) é sempre superior a 15%, requisito este necessário para o diagnóstico de um óxico. Entretanto o elevado teor de argila natural (acima de 3%) faz com que a definição de um horizonte óxico fique excluída destes solos.

Quimicamente o cátion dominante no complexo coloidal destes solos está representado pelo hidrogênio sendo o seu valor mais elevado 5,23 e.mg/100 g no horizonte Ap do perfil P₁. Os demais cátions apresentam valores baixos. A capacidade de troca de cátions tanto direta como indireta é sempre inferior a 10 e.mg/100 g ou a 6,5 e.mg/100 g (com correção para carbono).

O teor de ferro livre é baixo, sempre inferior a 5% não havendo uniformidade na distribuição ao longo dos perfis.

O carbono orgânico está concentrado nos primeiros horizontes, seu valor máximo é 2,19% no horizonte Ap do perfil P₁, decrescendo gradativamente de acordo com a profundidade do solo. O pH em água é sempre superior ao pH em KCl.

De acordo com as características químicas um epipedon úmbrico poderá ser definido para estes perfis de solos, entretanto, devido a uma série de características entre as quais a espessura, grau de estrutura e a cor, fazem com que seja excluído o úmbrico, definindo portanto um epipedon ócrico.

Resumindo as principais características taxonômicas para os horizontes diagnósticos dos perfis aqui estudados têm-se que:

1. O epipedon para todos os perfis estudados é o ócrico;
2. Não foi possível definir um horizonte argílico (de sub-superfície);
3. Não foi possível também, definir um horizonte óxico (de sub-superfície).

Nestas condições os solos aqui estudados poderiam ser enquadrados em duas ordens principais: Inceptissol e Entissol. Devido, entretanto em primeiro lugar a grande

dúvida que estes solos trazem e a falta de recursos auxiliares principalmente secções delgadas e em segundo lugar, as falhas apresentadas pelo novo sistema de classificação principalmente na ordem dos Inceptissois, estes perfis de solos foram enquadrados provisoriamente na ordem dos Entissois.

Futuramente, com a publicação do novo número da 7ª Aproximação, uma colocação melhor para estes solos pode ser tentada.

De acordo com estas considerações e com os dados climáticos (a diferença de temperatura do solo no verão e no inverno é menor que 5°C) ao nível de família estes solos podem ser classificados como: Ustorthent típico, barro grosseiro, silicoso, isotérmico, ácido.

De acordo com a COMISSÃO DE SOLOS (1960) os perfis P₁, P₂, P₃ e P₅ estão enquadrados como uma fase do grande grupo Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa. O perfil P₄ foi classificado como Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa.

Posteriormente a EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO (1970a e 1970b) substituiu a designação fase arenosa por "textura média".

O perfil P₆, cujos dados granulométricos estão contidos no Quadro 9, apresenta os valores dos separados do solo próximos aos encontrados para os solos zonais estudados.

Este solo ocupa parte baixa da toposequência de solos descrita em São Manuel, portanto uma parte do material de origem desses solos deve provir do transporte de material dos solos circundantes. Por outro lado, como se trata de camadas superpostas, a composição textural varia ao longo do perfil.

A fração areia dominante é a areia fina, semelhantemente ao que ocorre nos perfis dos solos zonais. A fração areia total oscila entre 84,9% na camada VII a 69,3% na camada VI. O silte tem valor máximo de 10,5% na camada VI e o mínimo cerca de 4,3% ocorre na camada VII.

A argila varia de 6,1% na camada II a 20,2% na camada VI.

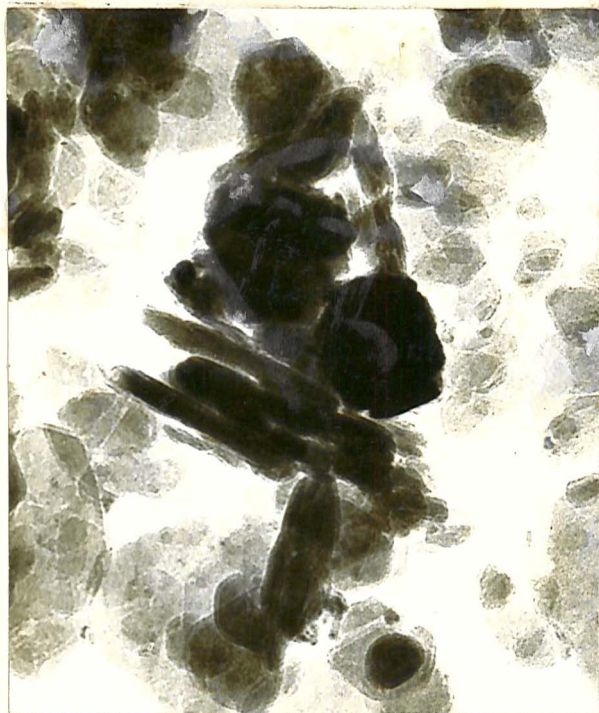
Esta sumarização da distribuição de separadas do solo neste perfil confirma a natureza estratificada das camadas que o constituem, não constituindo pois verdadeiros horizontes pedogenéticos, daí não ser possível a definição de um horizonte diagnóstico de sub-superfície, qualquer que seja.

Os dados químicos do perfil P6 estão no Quadro 15. O hidrogênio é o cátion dominante, contudo os seus valores são mais elevados que os dos solos zonais associados.

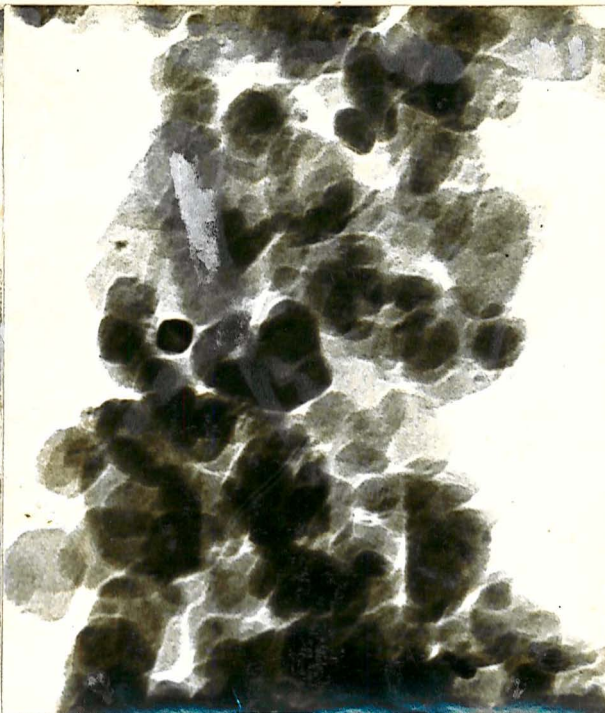
O conteúdo de carbono orgânico oscila entre 0,22 e 1,50%. O valor máximo de Fe_2O_3 é 0,24% na camada I e II, e mínimo 0,06% na camada VII, havendo pois, uma tendência de diminuir com a profundidade. Esses baixos teores de Fe_2O_3 e a queda desses valores nas camadas mais profundas, reflete a condição de redução mais acentuada dessas camadas, conforme assinala entre outros autores KARIN (1954) e DARAGAN (1967). Concluindo pode-se dizer que os dados químicos e sua distribuição ao longo do perfil, confirmam a não existência de verdadeiros horizontes pedogenéticos definidos, e não serem epipedon ócrico.

A classificação deste solo ao nível de família é: Tropaquent típico, arenoso, silicoso, isotérmico, ácido.

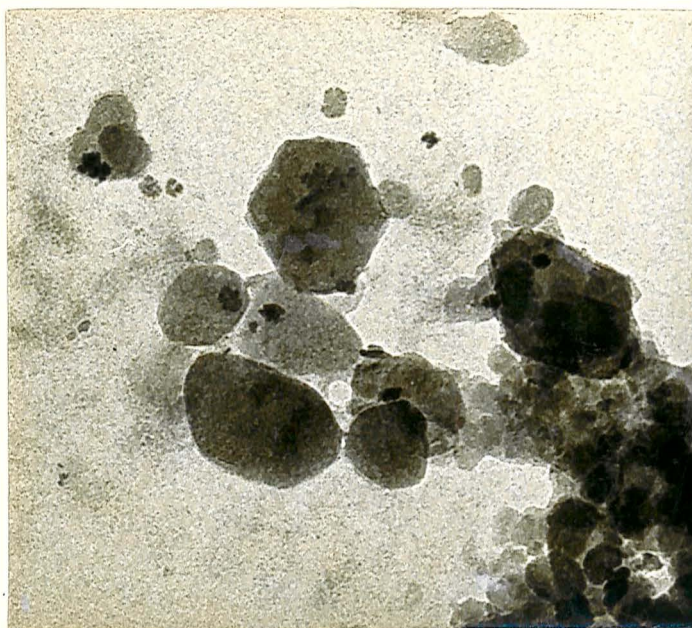
De acordo com a COMISSÃO DE SOLOS (1960) podem ser enquadrados no grande grupo dos Alúvios.



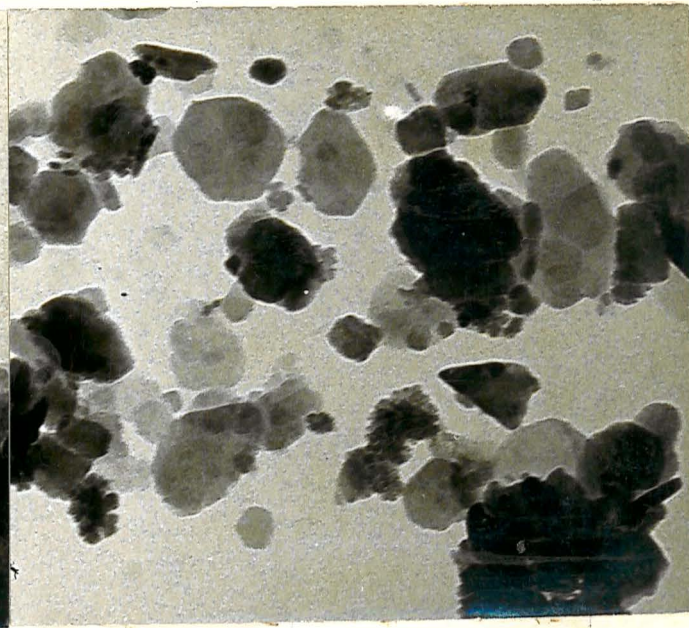
a) aumento de 140 000 x



b) aumento de 118 000 x



c) aumento de 120 000 x



d) aumento de 114 000 x

Fig. 4a - Micrografias eletrônicas da fração argila.

- a) Hexagonos de caulinita e tubos de halloysita, perfil P₃, horizonte B₂
- b) Hexagonos de caulinita, perfil P₃, horizonte B₂
- c) Hexagonos de caulinita, perfil P₆, camada III
- d) Hexagonos de caulinita, talvez pequenos tubos de halloysita, perfil P₆, camada III.

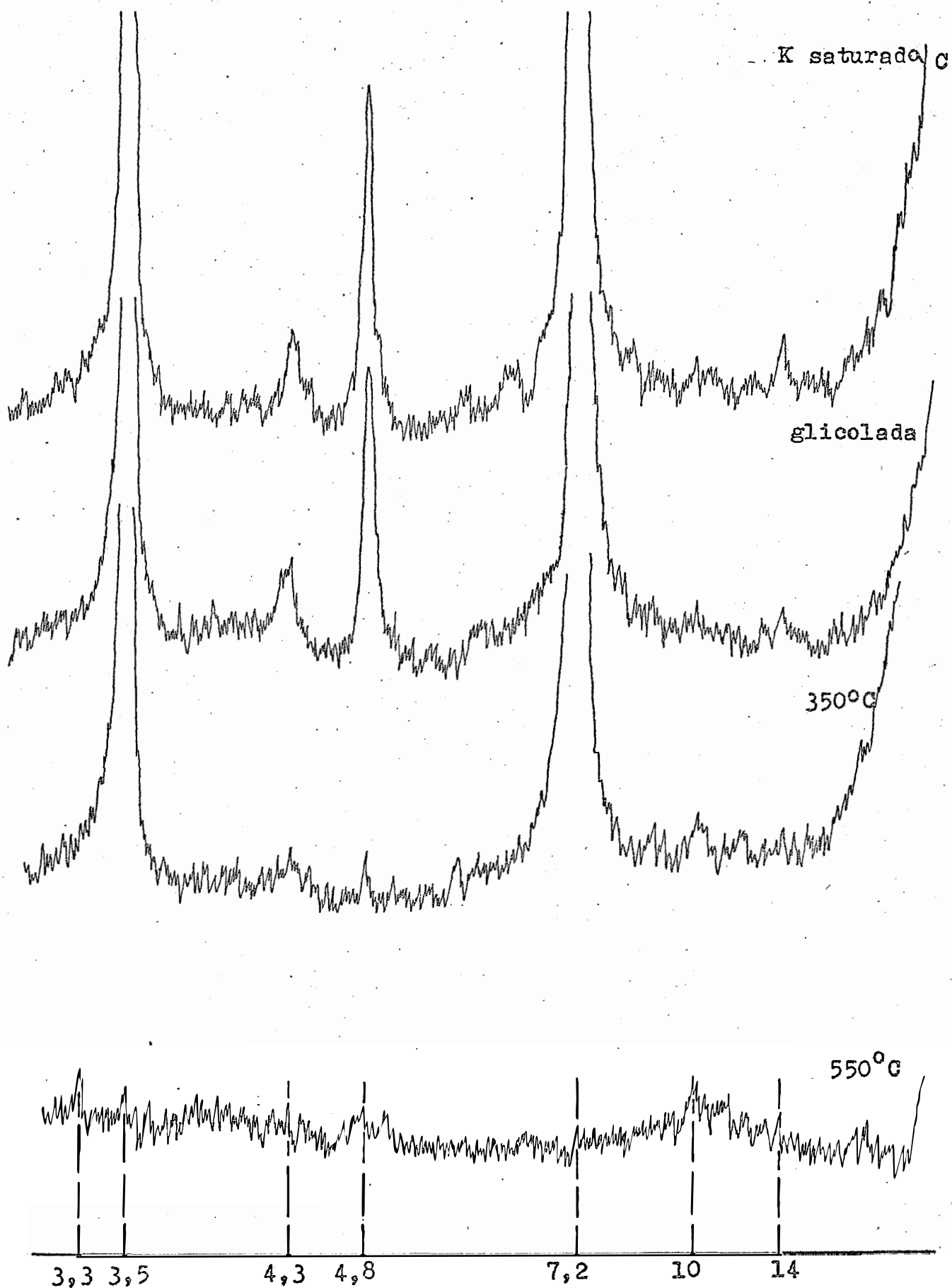


Fig. 5 - Difratoformas da fração argila, horizonte B₃₁, perfil P₁

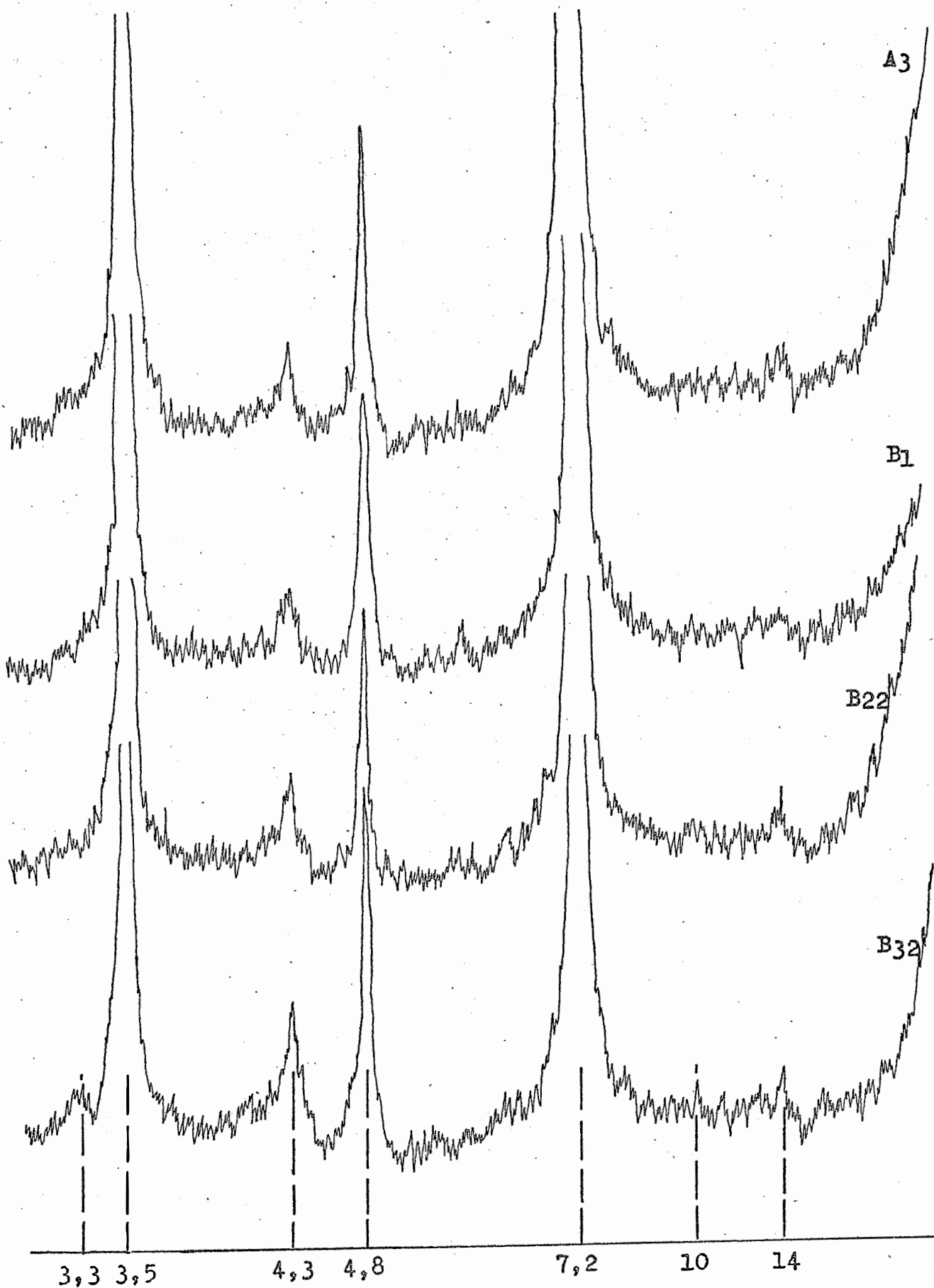


Fig. 6 - Difratoqramas da fração argila, horizontes A3, B1, B22 e B32; perfil P1 (amostras K-saturadas sêca ao ar).

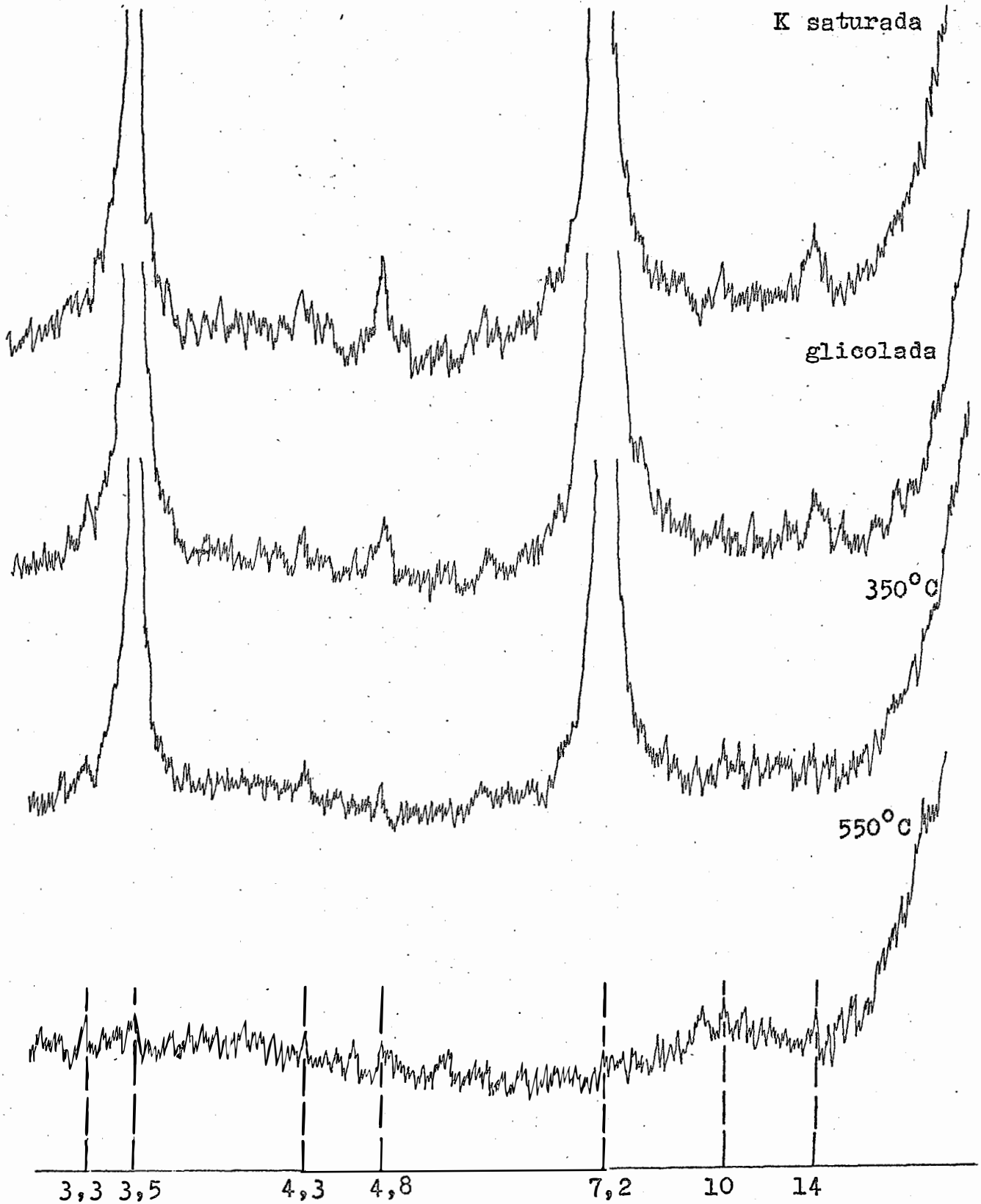


Fig. 7 - Difratoqramas da fração argila, horizonte B2, perfil P2.

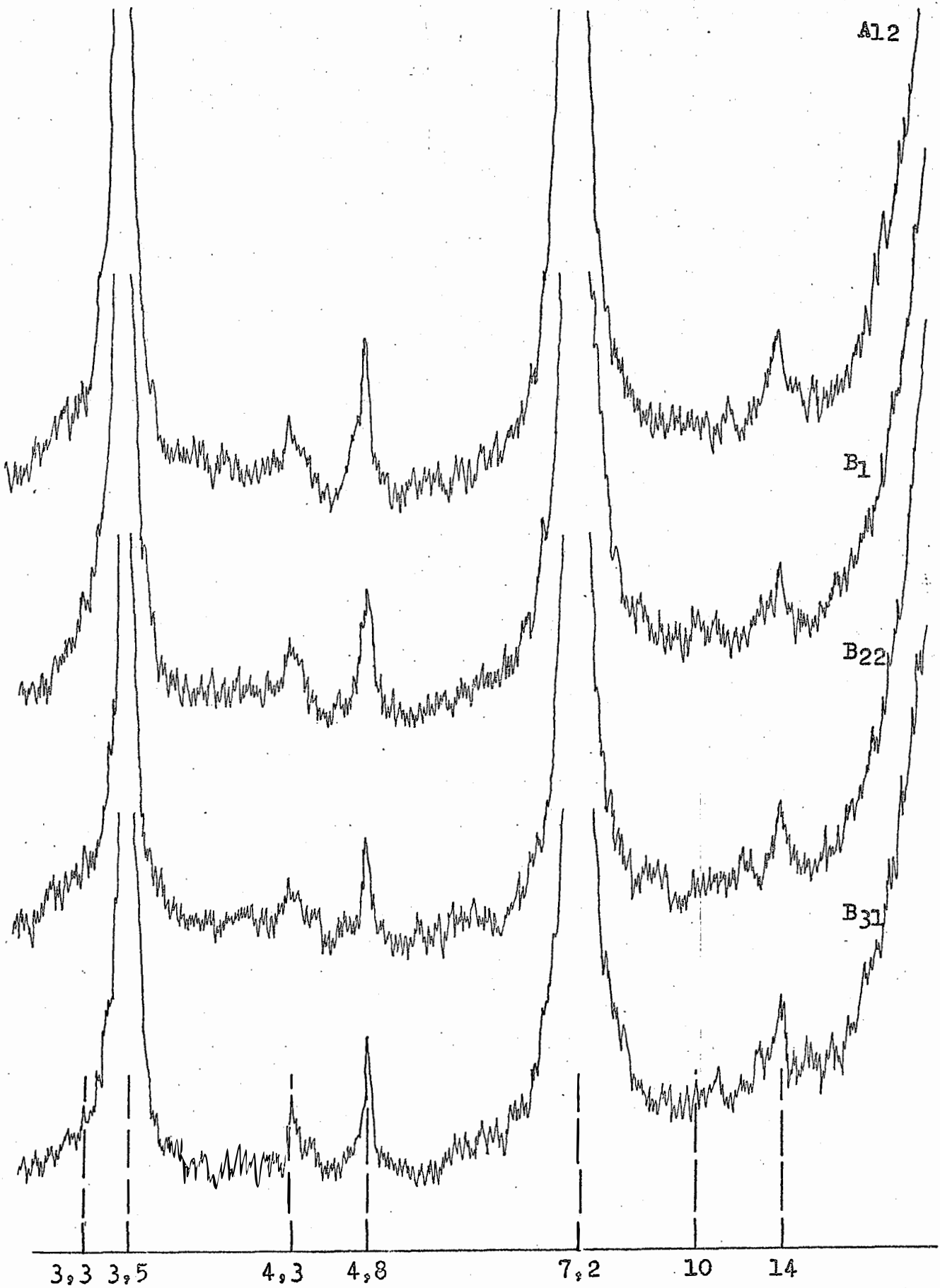


Fig. 8 - Difractogramas da fração argila, horizontes A12, B1, B22 e B31; perfil P2 (amostras K-saturadas sêca ao ar).

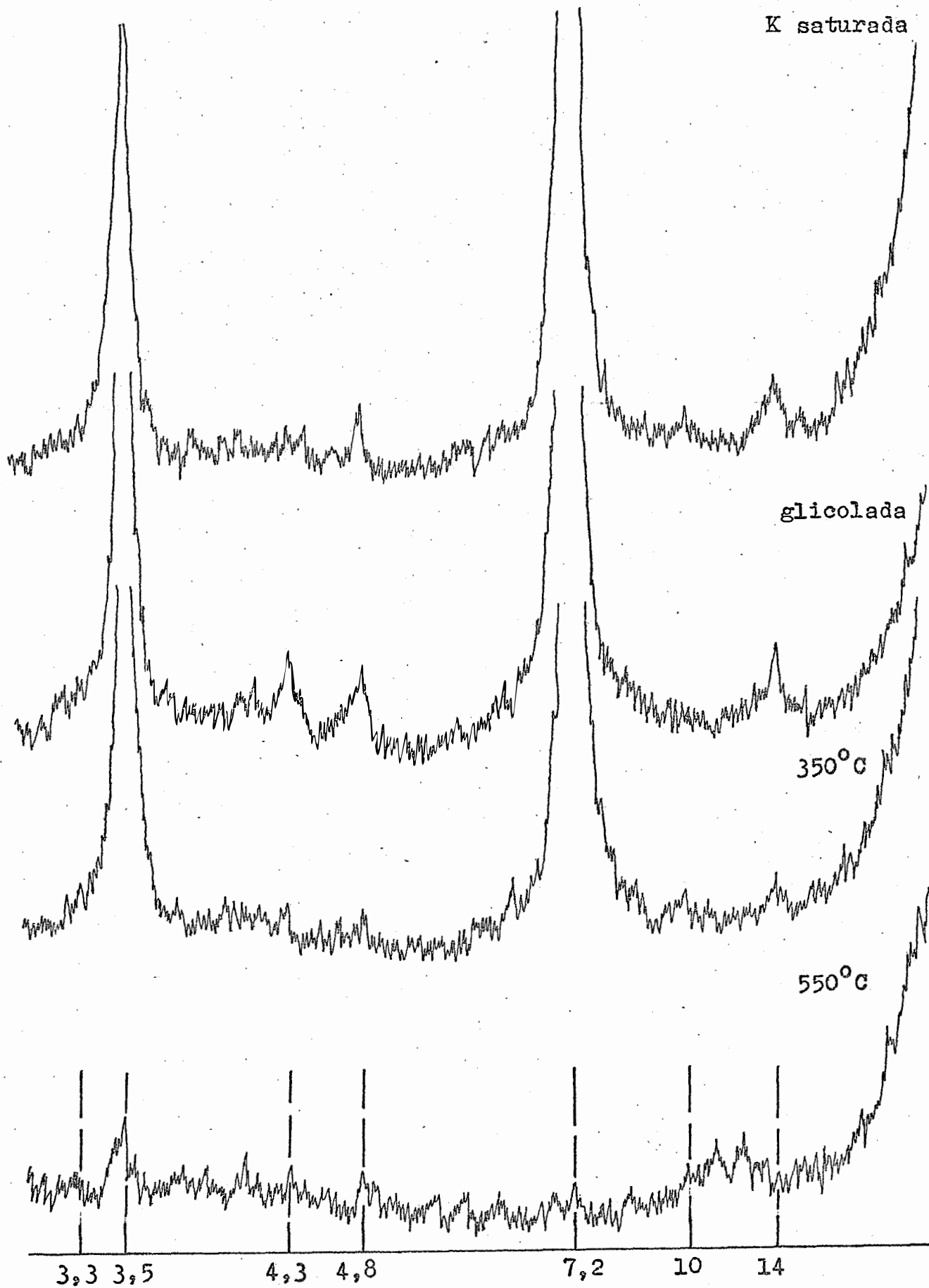


Fig. 9 - Difractogramas da fração argila, horizonte B21, perfil P3.

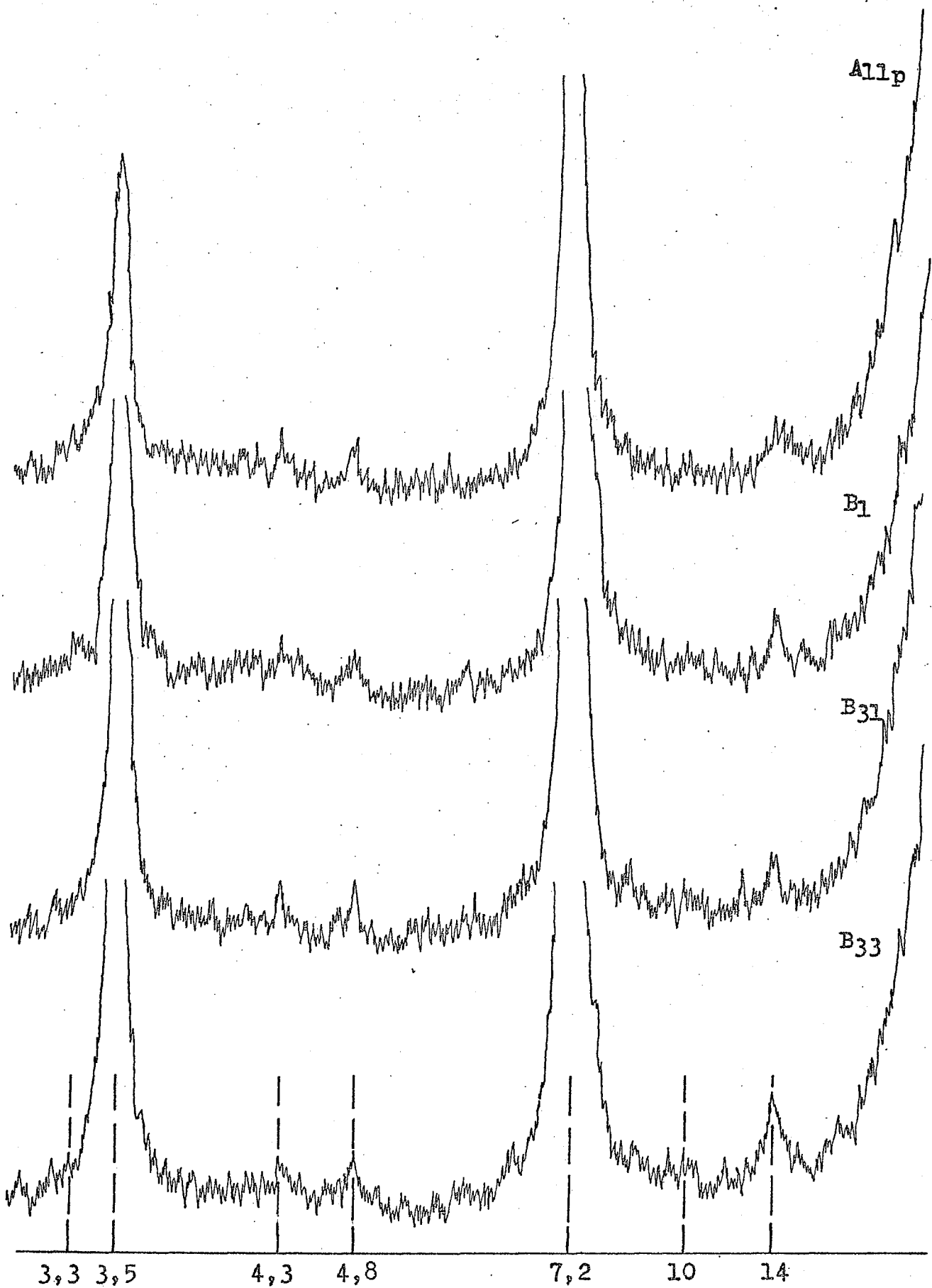


Fig. 10 - Difratoqramas da fração argila, horizontes Allp, B1, B31 e B33; perfil P3 (amostras K⁺ saturadas sêcas ao ar).

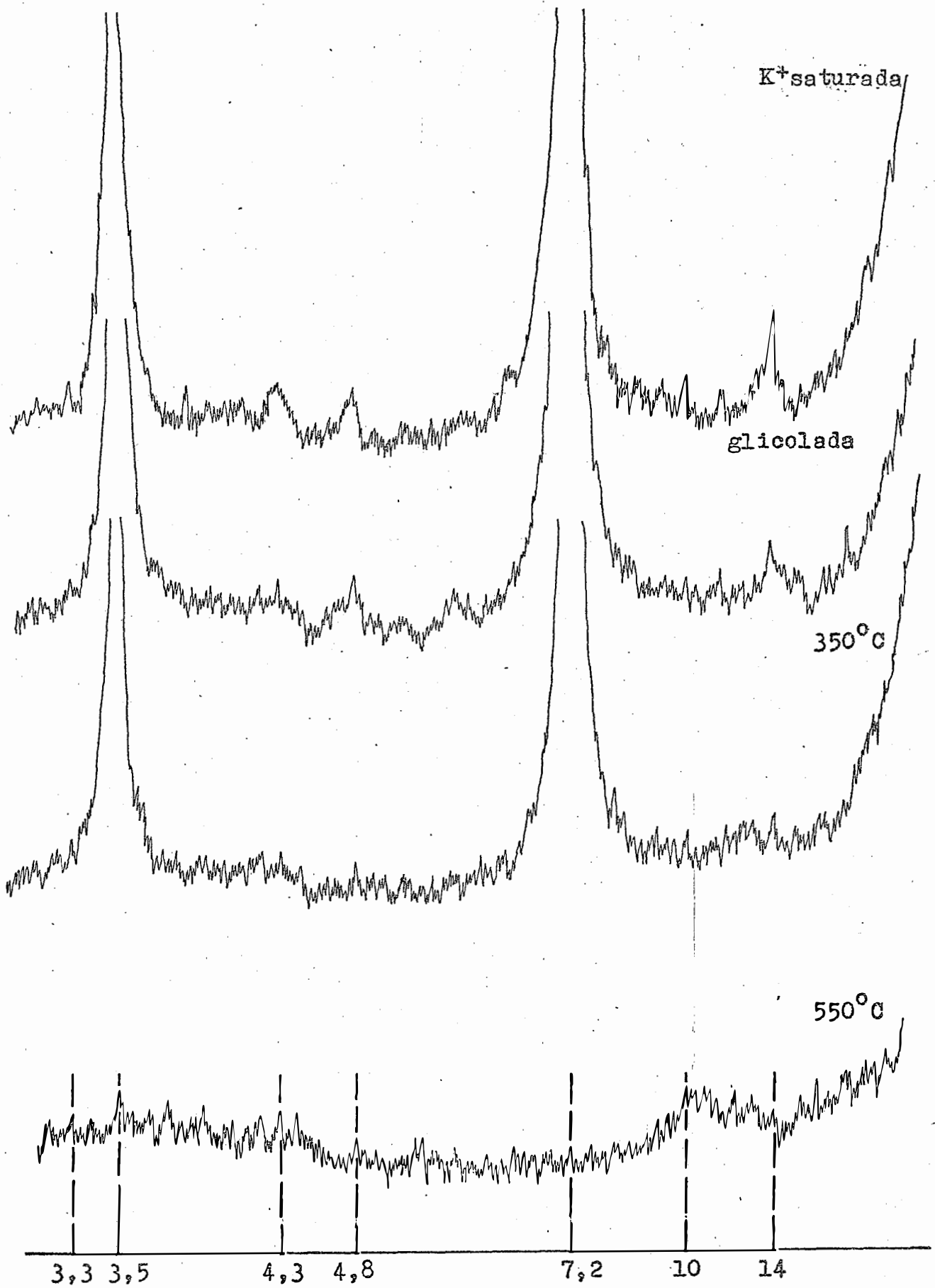


Fig. 11 - Difratoqramas da fração argila, horizonte B21; perfil P4.

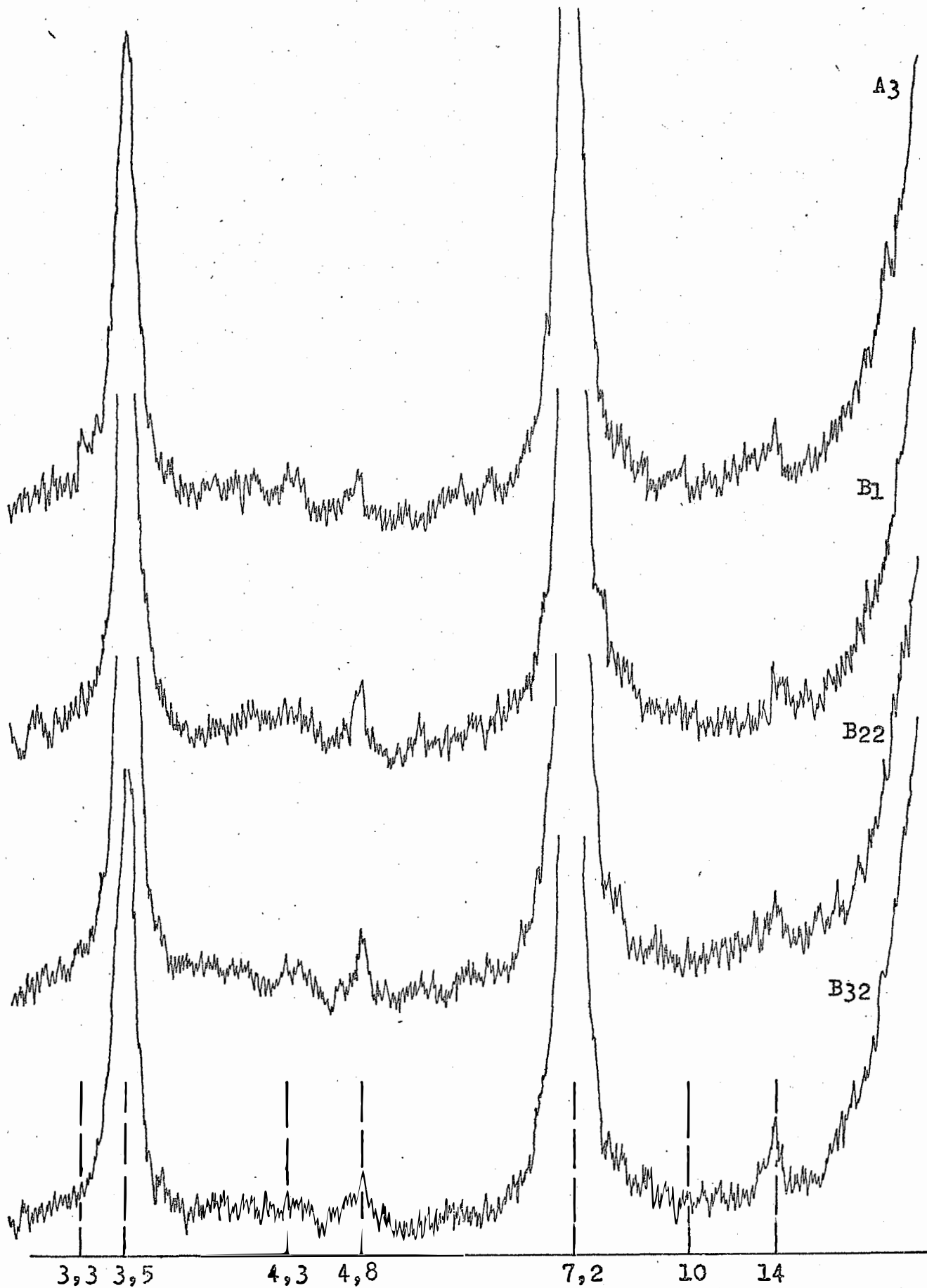


Fig. 12 - Difractogramas da fração argila, horizontes A3, B1, B22 e B32; perfil P₄ (amostras K⁺saturadas secas ao ar).

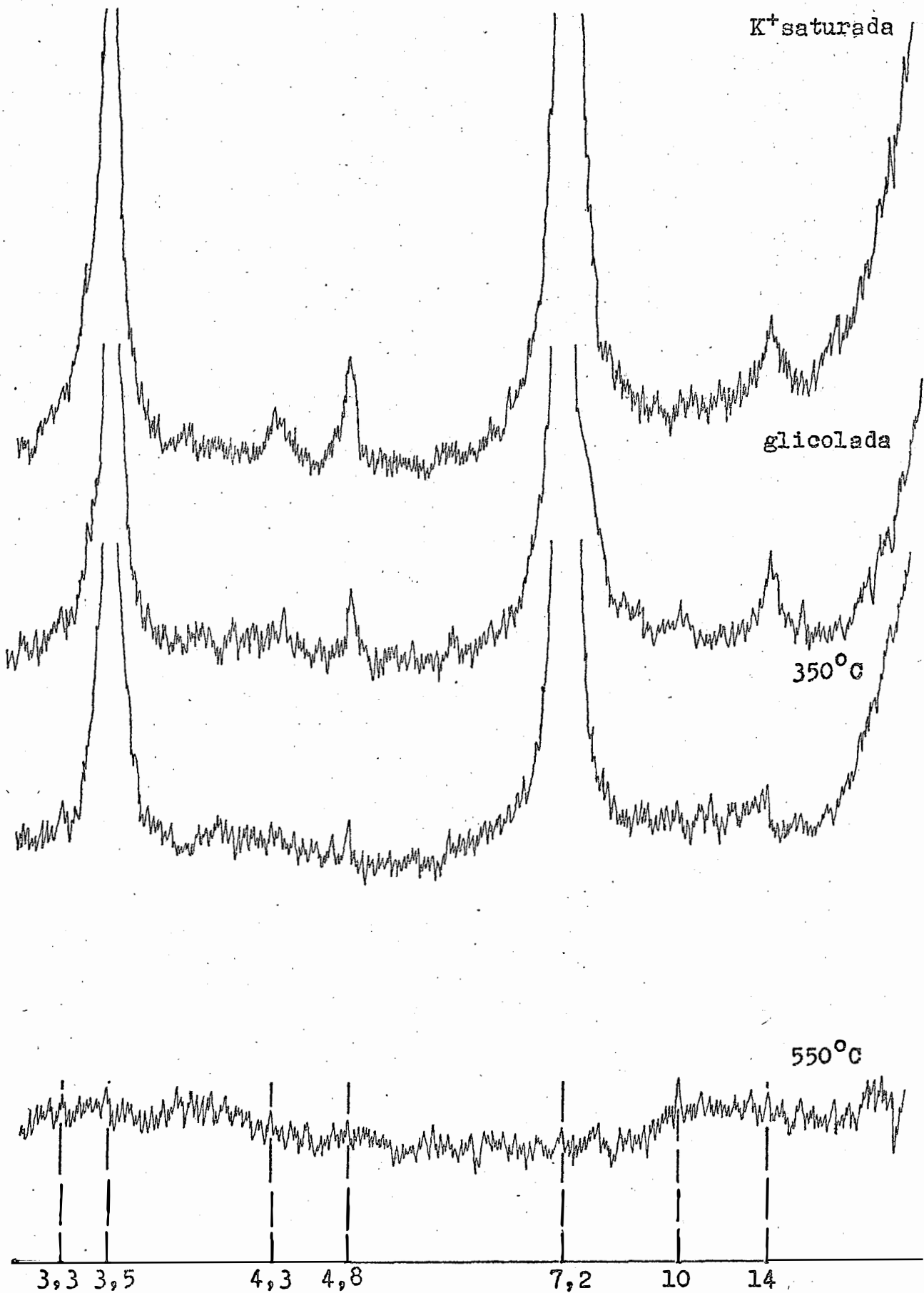


Fig. 13 - Difratoqramas da fração argila, horizonte A₃; perfil P₅.

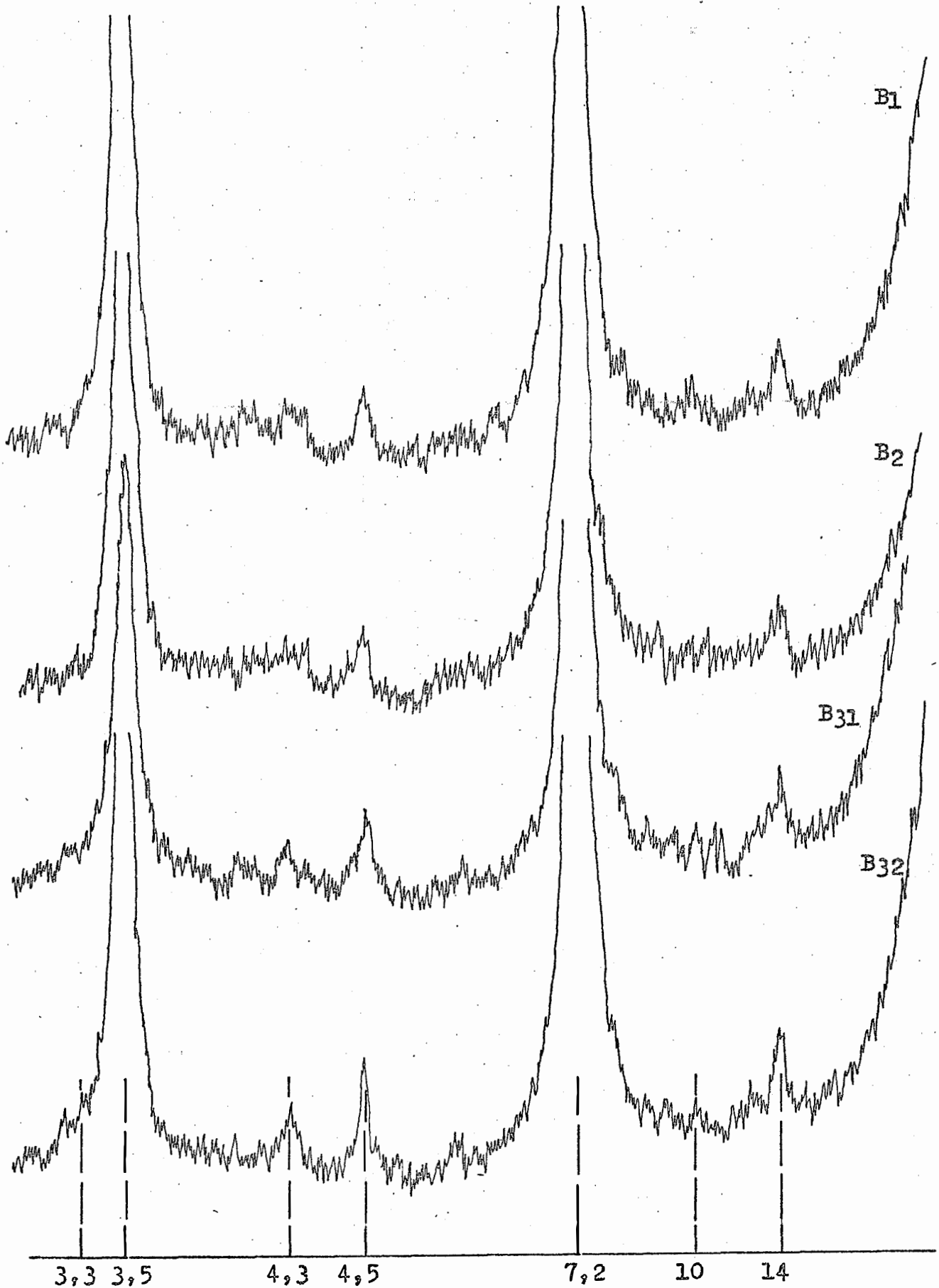


Fig. 14 - Difractogramas da fração argila, horizontes B1, B2, B31 e B32; perfil P5 (amostras K⁺saturadas sêcas ao ar).

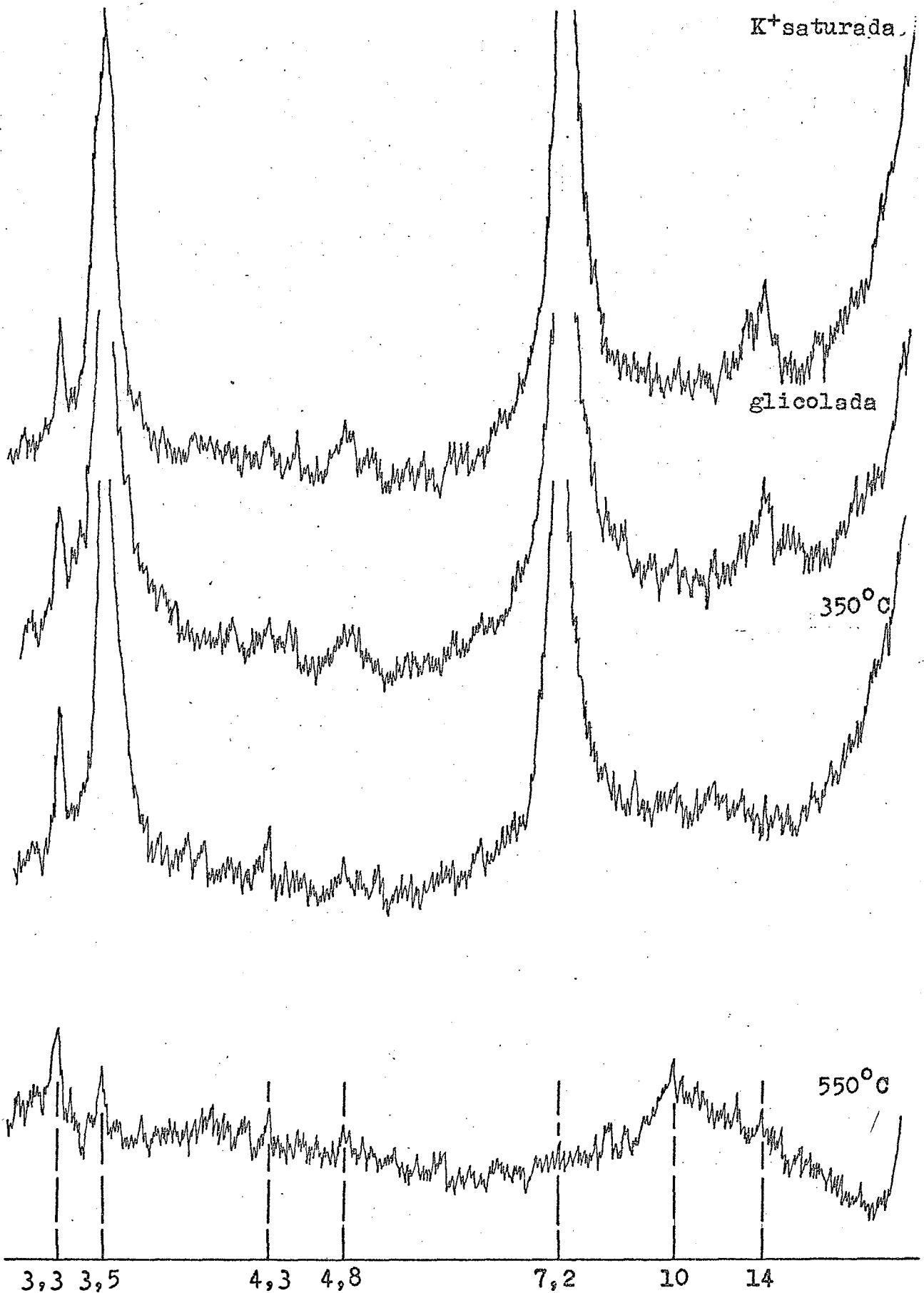


Fig. 15 - Difractogramas da fração argila, camada III, perfil P6.

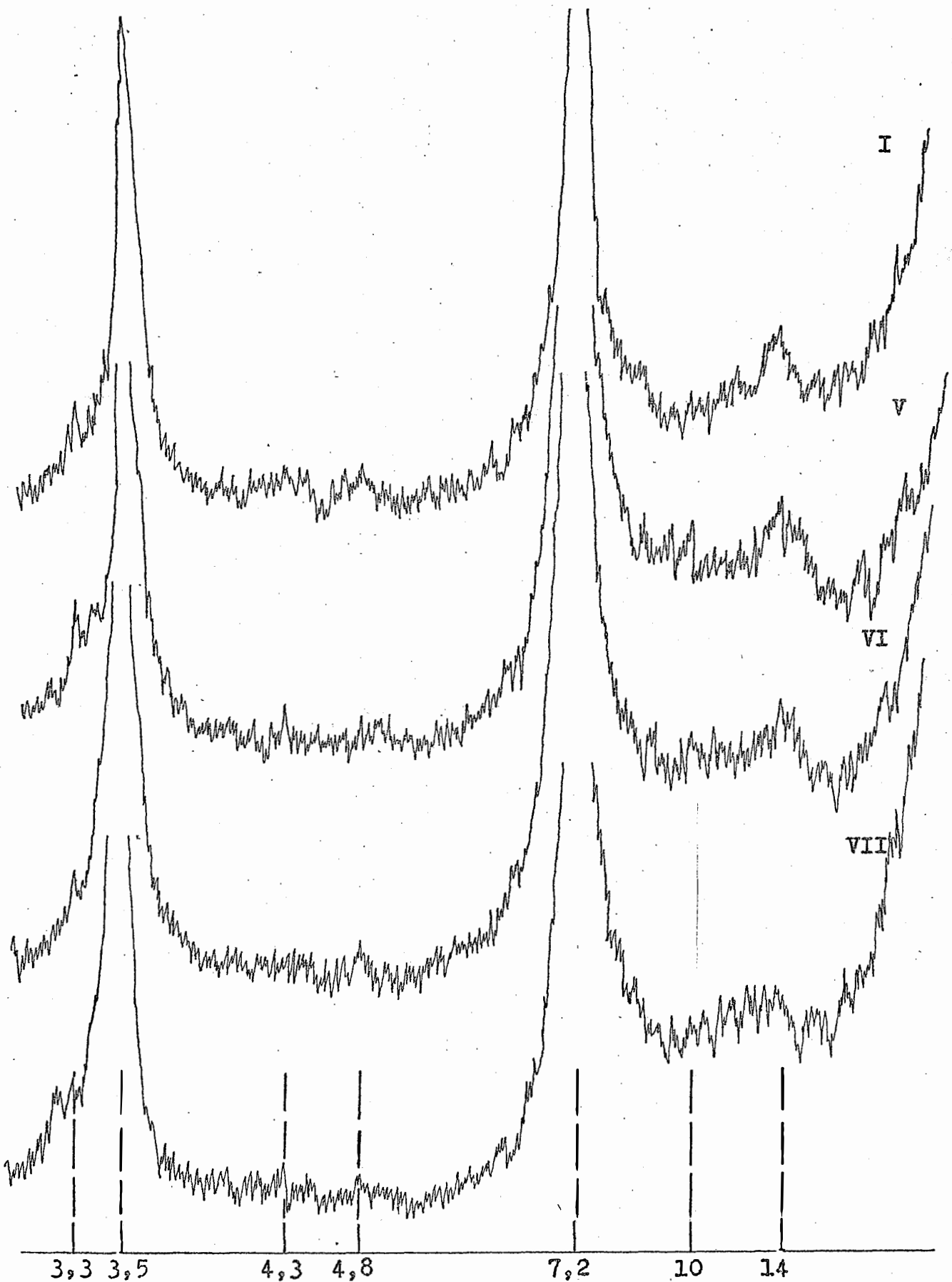


Fig. 16 - Difratoqramas da fração argila, camadas I, V, VI e VII; Perfil P6 (amostras K⁺saturadas sêcas ao ar).

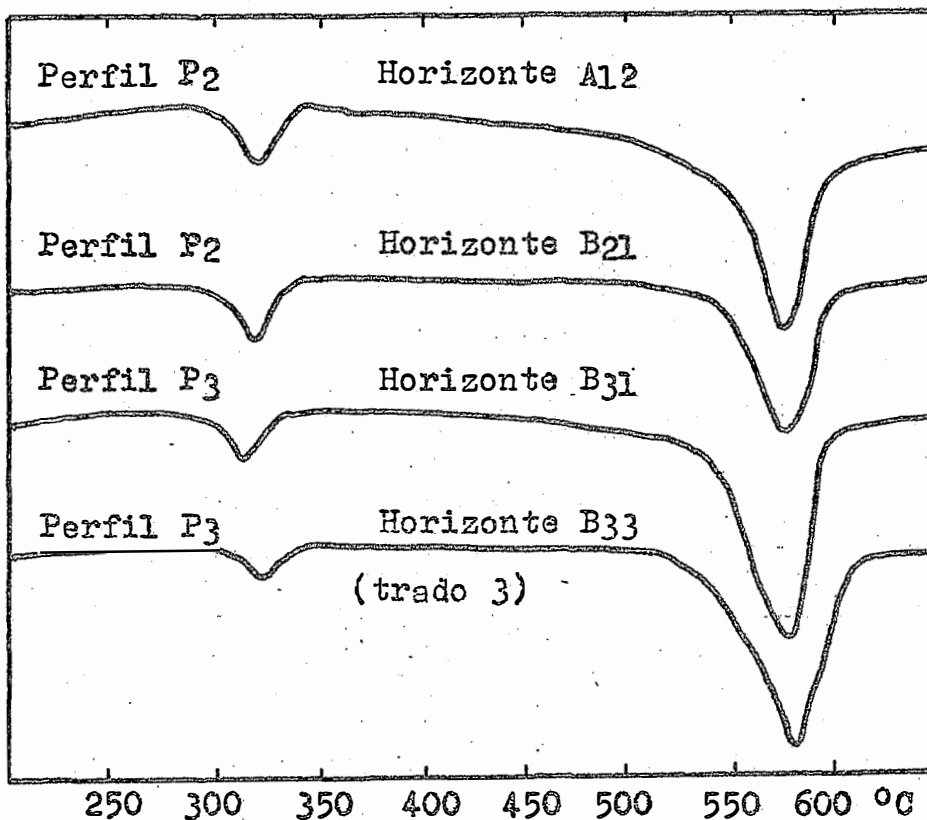


Fig. 17 - Termogramas da fração argila, perfil P2 e P3.

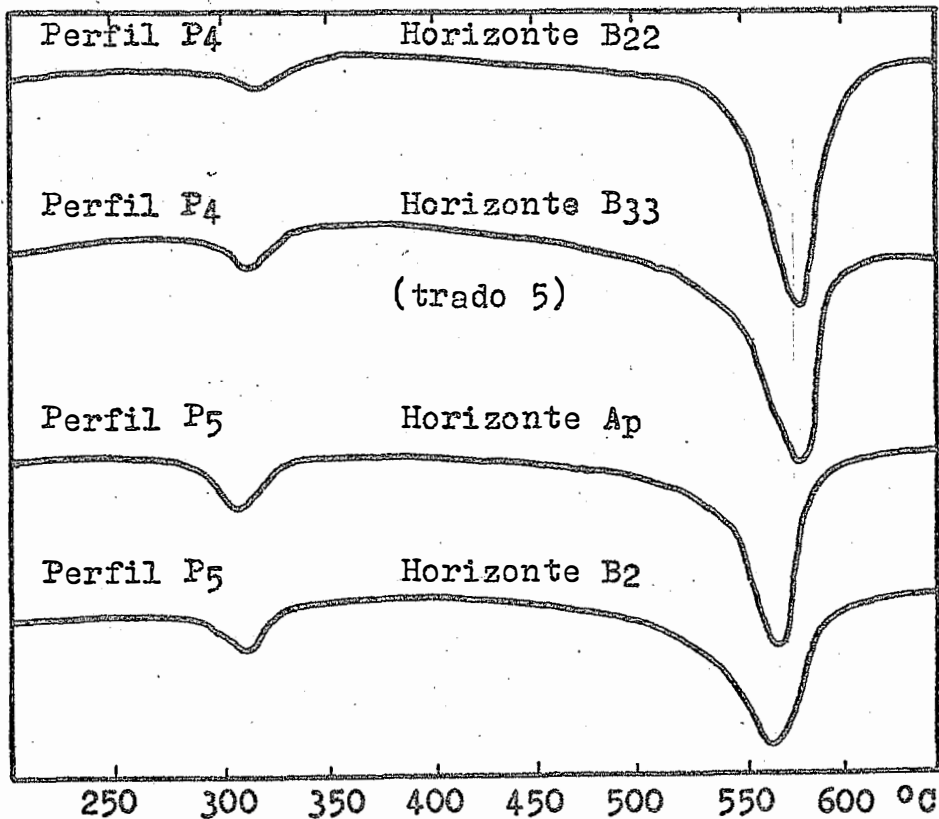


Fig. 18 - Termogramas da fração argila, perfil P4 e P5.

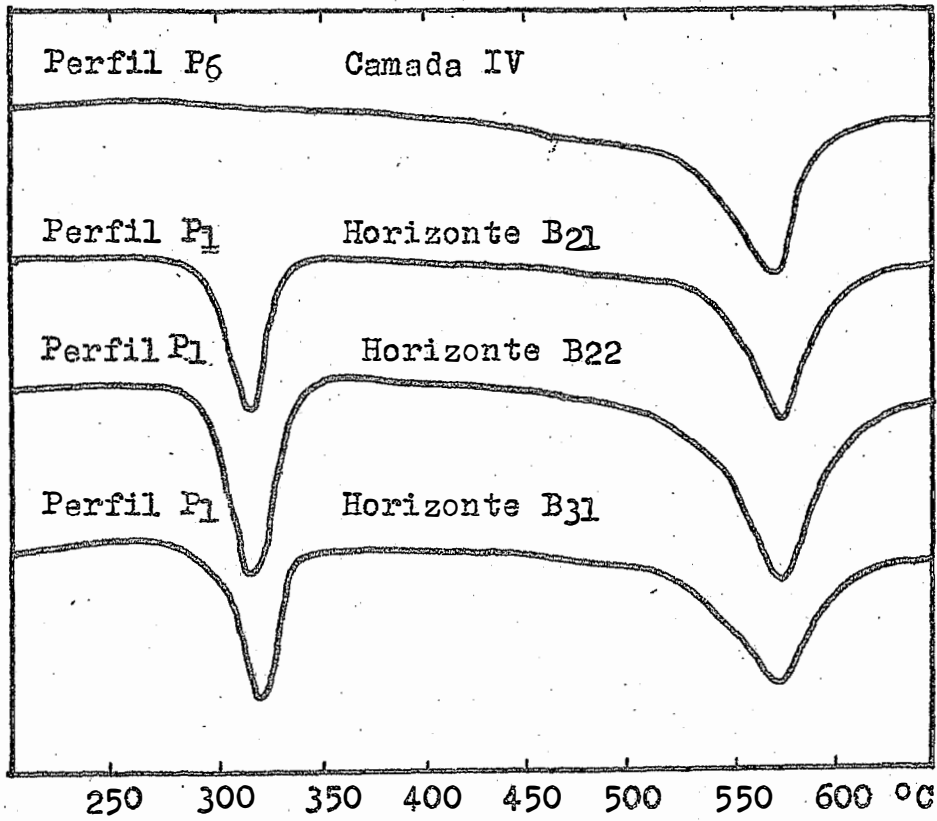


Fig. 19 - Termogramas da fração argila, perfil P1 e P6.

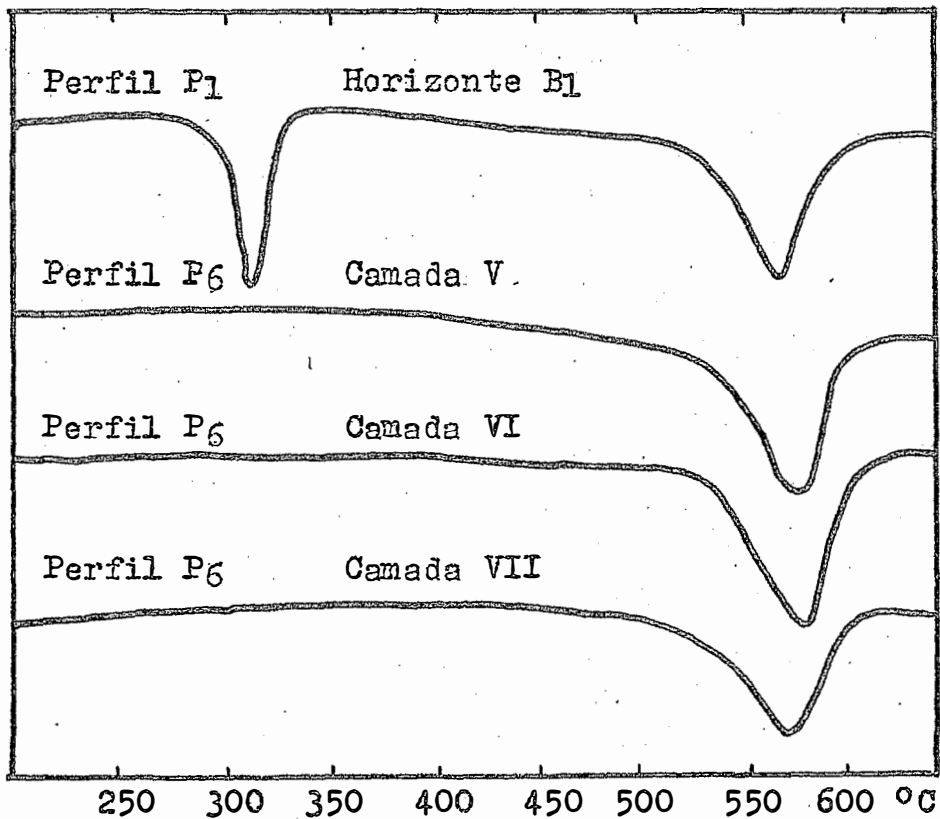


Fig. 20 - Termogramas da fração argila, perfil P6 e P1.

Quadro 2 - Análise mineralógica quantitativa da fração argila dos perfis P1, P2 e P3

Hori- zonte	caulini- ta	Gibbsi- ta	Amorfo	Verniçu- lita	Mica	Total %
<u>Perfil P1</u>						
Ap	74,0	16,0	5,3	2,5	2,8	100,6
A3	47,5	11,0	9,2	3,3	2,5	73,5
B1	59,5	14,0	9,8	3,2	2,1	88,6
B21	58,0	15,5	13,4	1,7	2,3	90,9
B22	64,5	20,5	8,8	3,5	2,3	99,6
B31	52,0	13,5	8,6	2,3	2,3	78,7
B32	52,5	17,0	13,4	3,0	1,8	87,7
B32	57,0	17,5	14,7	4,7	2,3	96,2
B32	53,0	19,5	10,9	3,7	2,3	89,4
B33	48,0	12,0	18,6	2,3	1,8	82,7
B33	60,5	15,0	13,4	4,4	1,4	94,7
<u>Perfil P2</u>						
A11	58,1	5,0	14,4	3,2	1,4	82,1
A12	48,0	5,5	17,5	3,4	1,8	76,2
A3	73,9	7,5	13,4	1,6	1,1	97,5
B1	63,5	6,0	13,8	0,9	1,4	85,5
B21	53,0	5,0	15,3	5,8	1,8	80,9
B22	57,0	7,0	10,3	2,5	1,4	78,2
B31	67,5	8,0	12,7	4,1	1,1	99,5
B32	74,0	9,5	10,6	2,1	1,4	97,6
B32	62,5	7,0	13,3	3,4	1,8	88,0
B33	51,5	6,5	15,4	3,0	1,4	77,8
B33	64,5	7,5	10,6	4,8	2,3	89,7
B33	51,0	5,2	13,2	4,8	1,8	76,0
<u>Perfil P3</u>						
A11p	70,0	2,5	11,0	2,8	1,8	88,1
A12p	70,5	3,0	12,7	1,7	1,4	89,3
B1	81,0	3,2	9,8	3,8	1,4	99,2
B2	57,5	2,5	9,2	2,4	1,4	73,0
B31	72,5	2,5	12,9	2,3	1,1	91,3
B32	69,0	3,2	15,2	3,2	0,9	91,5
B32	82,5	3,5	13,9	2,5	1,1	103,5
B33	58,0	2,7	14,3	1,5	1,1	77,6
B33	63,5	6,5	14,3	2,0	1,4	87,7
B33	74,5	2,5	15,0	2,1	1,2	95,3

Quadro 3 - Análise mineralógica quantitativa da fração argila dos perfis P4, P5 e P6.

Hori- zonte	Caulini- ta	Gibbsi- ta	Amorfo	Vermicu- lita	Mica	Total %
<u>Perfil P4</u>						
A1p	80,5	4,5	10,8	2,4	1,1	99,3
A3	60,0	2,2	12,6	2,0	1,1	77,9
B1	75,0	2,2	11,6	1,7	0,7	91,2
B21	73,0	2,5	13,9	1,9	0,9	92,2
B22	85,0	2,5	11,8	1,8	0,9	102,0
B31	60,5	2,5	13,3	2,0	1,1	79,4
B31	75,0	2,7	10,2	3,2	0,9	92,0
B32	80,0	2,5	14,5	2,4	1,1	100,5
B33	84,5	3,5	12,5	3,2	1,1	104,8
B33	57,0	3,0	13,9	3,0	1,4	78,3
<u>Perfil P5</u>						
Ap	62,0	3,5	14,5	2,1	1,4	83,5
A3	62,5	4,5	13,6	2,5	1,4	84,5
B1	76,0	5,5	9,8	1,0	1,4	93,7
B2	51,5	3,5	13,5	0,9	1,4	69,8
B31	67,5	4,7	11,9	1,0	1,4	86,5
B32	65,0	6,0	13,1	1,4	1,4	86,9
B32	79,5	7,0	9,4	2,0	1,1	99,0
B33	54,0	3,2	12,3	1,3	1,4	72,2
B33	68,0	3,0	13,3	1,3	1,4	87,0
B34	69,0	3,5	13,2	1,8	1,4	88,9
<u>Perfil P6</u>						
Cam. I	54,0	0,0	20,6	3,1	1,4	79,1
Cam. II	61,5	0,0	18,2	3,2	1,1	84,0
Cam. III	49,0	0,0	20,6	3,4	1,1	74,1
Cam. IV	53,0	0,0	18,6	2,3	1,1	75,0
Cam. V	61,5	0,0	20,3	2,3	1,4	85,5
Cam. VI	65,0	0,0	21,3	2,6	0,7	89,6
Cam. VII	47,5	0,0	16,8	3,2	1,4	68,9

Quadro 4 - Distribuição dos separados do solo e classe textural do perfil P1

Horizontes	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Classe textural
		Arg	Ag	Am	Af	Amf	Areia total	Silte	Argila	Arg. nat.		
Ap	0-4	1,6	6,3	33,7	35,0	9,2	84,2	4,0	11,8	2,2	a.b.	
A3	4-28	0,8	5,3	24,1	41,4	12,7	84,3	3,7	12,0	4,5	a.b.	
B1	28-56	0,8	4,7	24,2	39,0	12,8	81,5	5,7	12,8	4,0	a.b.	
B21	56-84	0,8	4,9	22,9	39,2	14,1	81,9	5,3	12,8	4,8	a.b.	
B22	84-112	0,8	5,0	24,0	36,3	13,5	79,6	5,8	14,6	6,4	a.b.	
B31	112-200	1,4	6,3	25,1	33,5	12,8	79,1	4,6	16,3	7,6	b.a.	
B32	200-250	0,8	3,5	19,3	35,6	16,7	75,9	6,7	17,4	4,6	b.a.	
B32	250-300	1,5	4,5	19,5	34,9	15,1	75,5	6,2	18,3	2,0	b.a.	
B32	300-350	1,0	5,6	21,6	33,4	14,8	76,4	6,0	17,6	1,6	b.a.	
B33	350-400	1,4	3,9	18,5	33,4	16,5	73,7	7,0	19,3	1,3	b.a.	
B33	400-450	1,4	4,5	20,6	32,1	15,5	74,1	6,6	19,3	1,5	b.a.	

- Perfil P1 -

Quadro 5 - Distribuição dos separados do solo e classe textural do perfil P2

Horizonte	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Classe textural
		Arg	Ag	Am	Af	Amf	Areia total	Silte	Argila	Arg. nat.		
A11	0-10	1,6	6,3	21,7	35,0	8,1	72,7	14,1	13,2	2,6	a,b	
A12	10-26	0,6	4,1	17,8	40,9	13,5	76,9	9,7	13,4	2,9	a,b	
A3	26-41	0,7	3,3	16,3	40,1	13,5	73,9	11,2	14,9	3,5	a,b	
B1	41-57	0,8	3,0	13,7	37,7	18,2	73,4	8,5	18,1	4,4	b,a	
B21	57-77	0,8	3,1	13,3	37,7	18,3	73,2	8,5	18,3	6,1	b,a	
B22	77-138	0,7	3,2	13,1	36,3	18,3	71,6	9,3	19,1	7,0	b,a	
B31	138-204	1,1	2,9	13,8	35,6	18,5	71,9	8,7	19,4	6,1	b,a	
B32	204-254	1,2	2,9	13,4	34,0	19,9	71,4	9,0	19,6	5,7	b,a	
B32	254-304	0,6	2,7	12,8	36,2	18,9	71,2	8,9	19,9	4,2	b,a	
B33	304-354	0,4	3,0	12,3	33,6	19,7	69,0	10,2	20,8	2,1	b,a,a	
B33	354-415	0,9	4,2	16,6	35,1	14,7	71,5	7,6	20,9	1,6	b,a,a	
B33	415-470	0,8	4,2	16,4	34,7	14,6	70,7	8,1	21,2	1,2	b,a,a	

- Perfil P2 -

Quadro 6 - Distribuição dos separados do solo e classe textural do perfil P3

Horizonte	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Classe textural
		Amg	Ag	Am	Af	Amf	Areia total	Silte	Argila	Arg. nat.		
A11p	0-5	0,2	5,6	33,0	33,8	8,6	81,2	6,9	11,9	2,9	a.b.	
A12p	5-17	0,2	3,4	29,5	39,7	9,8	82,6	6,4	11,0	3,0	a.b.	
B1	17-30	0,3	3,6	27,3	37,4	10,4	79,0	6,9	14,1	4,6	a.b.	
B2	30-110	0,3	3,2	26,6	38,5	10,8	79,4	6,7	13,9	5,7	a.b.	
B31	110-210		3,2	24,8	36,3	12,8	77,1	6,1	16,8	7,8	b.a.	
B32	210-260	0,2	2,2	24,7	36,6	12,4	76,8	6,7	16,5	7,5	b.a.	
B32	260-310	0,2	2,5	22,4	36,1	14,4	75,6	8,1	16,3	6,2	b.a.	
B33	310-360	0,2	2,1	19,6	36,3	15,2	73,4	8,9	17,7	6,8	b.a.	
B33	360-410	0,5	2,4	20,6	36,4	14,4	74,3	7,5	18,2	2,4	b.a.	
B33	410-470	0,3	3,8	34,4	40,9	4,3	83,7	2,9	13,4	1,3	a.b.	

- Perfil P3 -

Quadro 7 - Distribuição dos separados do solo e classe textural do perfil P4

Horizontes	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Classe textural
		Arg	Am	Af	Amf	Areia total	Silte	Argila	Arg. nat.			
A1P	0-8	0,1	3,9	36,1	37,7	3,9	80,2	3,5	14,8	6,1	a.b.	
A3	8-36	0,2	3,0	33,0	41,7	3,9	83,3	1,9	16,3	6,1	b.a.	
B1	36-92	0,1	3,8	32,2	42,0	4,2	82,3	1,5	16,2	7,3	b.a.	
B21	92-130	0,3	3,2	30,8	40,8	4,5	79,2	2,5	18,3	8,5	b.a.	
B22	130-200	0,2	2,9	30,8	40,8	4,5	79,2	2,5	18,3	8,5	b.a.	
B31	200-250	0,1	2,6	27,8	40,0	5,4	75,9	2,7	21,4	7,0	b.a.a.	
B31	250-300	0,3	2,7	29,2	40,4	5,4	78,0	1,6	20,4	7,5	b.a.a.	
B32	300-350	0,3	3,0	28,7	40,4	5,4	77,8	2,3	19,9	7,9	b.a.	
B33	350-400	-	2,2	25,4	40,7	6,2	74,5	4,0	21,5	2,3	b.a.a.	
B33	400-450	0,2	2,6	27,7	38,4	6,0	74,9	2,8	22,3	1,1	b.a.a.	

- Perfil P4 -

Quadro 8 - Distribuição dos separados do solo e classe textural do perfil P5

Horizontes	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem								Classe textural
		Arg	Am	Af	Amf	Área total	Silte	Argila	Arg. nat.	
Ap	0-12	0,3	23,7	42,7	13,0	82,5	4,1	13,4	3,0	a.b.
A3	12-55	0,3	27,9	39,3	11,4	82,7	4,6	12,7	4,8	a.b.
B1	55-100	0,3	25,7	38,4	12,4	80,7	4,5	14,8	5,7	a.b.
B2	100-168	0,5	29,2	34,6	10,5	79,1	4,2	16,7	8,2	b.a.
B31	168-208	0,4	24,6	33,9	13,2	76,2	6,4	17,4	5,6	b.a.
B32	208-258	0,4	25,3	34,7	11,7	76,2	6,6	17,0	6,1	b.a.
B32	258-318	0,5	26,8	31,8	12,3	76,5	5,5	18,0	4,6	b.a.
B33	318-358	0,3	24,1	31,7	13,6	74,0	7,1	18,9	1,7	b.a.
B33	358-408	0,4	24,8	31,8	12,8	74,7	6,3	19,0	1,4	b.a.
B34	408-458	0,5	25,3	32,7	12,0	75,3	6,2	18,5	1,6	b.a.

- Perfil P5

Quadro 9 - Distribuição dos separados do solo e classe textural do perfil P6

Horizontes	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Classe textural
		Amg	Ag	Am	Af	Amf	Área total	Silte	Argila	Arg. nat.		
Cam. I	0-3	1,0	2,2	27,2	42,4	10,5	83,3	9,0	7,7	1,9	a.	
Cam. II	3-12	0,3	6,1	37,2	36,6	7,9	80,1	5,8	6,1	1,8	a.	
Cam. III	12-30	0,2	4,2	28,7	35,2	11,7	80,0	9,8	10,2	2,9	a.b.	
Cam. IV	30-80	0,1	5,2	32,4	35,0	10,7	81,4	8,3	10,3	4,4	a.b.	
Cam. V	80-120	-	0,9	16,3	37,2	15,9	70,3	9,8	19,9	6,7	b.a.	
Cam. VI	120-130	0,1	1,4	17,7	35,9	14,2	69,3	10,5	20,2	7,7	b.a.a.	
Cam. VII	130-190	-	1,9	26,5	44,6	11,9	84,9	4,3	10,8	4,5	a.b.	

- Perfil P6 -

Quadro 10 -- Resultados da análise química do perfil P1

Horizontes	Profundidade (cm)	pH		e.mg/100 g							V %	C %	Fe2O3 %		
		H2O	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Ac. total	CTC*				CTC**	PO4 ⁻³
Ap	0-4	5,0	4,6	0,35	0,21	0,10	5,23	1,76	6,99	7,65	7,32	0,07	9,0	2,19	1,00
A3	4-28	5,5	4,3	0,14	0,12	0,03	1,22	1,02	2,24	2,53	2,40	0,01	12,0	0,18	1,25
B1	28-56	5,4	4,3	0,14	0,13	0,03	0,92	1,00	1,92	2,22	1,93	0,01	15,5	0,10	1,32
B21	56-84	5,5	4,4	0,16	0,08	0,02	1,02	0,88	1,90	2,16	1,90	0,01	13,7	0,30	1,12
B22	84-112	5,6	4,5	0,16	0,08	0,02	0,94	0,82	1,76	2,02	1,80	0,01	14,4	0,27	1,25
B31	112-200	5,6	4,6	0,14	0,10	0,01	1,01	0,59	1,60	1,85	1,60	0,01	15,6	0,09	1,75
B32	200-250	6,2	4,9	0,24	0,03	0,02	1,04	0,40	1,44	1,73	1,64	0,03	17,7	0,05	-
B32	250-300	6,7	5,1	0,26	0,04	0,02	0,83	0,37	1,20	1,52	1,52	0,01	21,0	0,15	1,93
B32	300-350	6,6	5,3	0,24	0,08	0,03	0,83	0,35	1,18	1,53	1,44	0,01	24,6	-	1,88
B33	350-400	6,6	5,4	0,26	0,03	0,02	0,88	0,29	1,17	1,48	1,32	-	23,5	1,56	1,88
B33	400-450	6,7	5,4	0,24	0,02	0,02	0,85	0,30	1,15	1,43	1,24	-	22,6	1,40	1,88

-- Perfil P1 --

CTC* -- indireta, CTC** -- direta

Quadro 11 - Resultados da análise química do perfil P2

Horizontes	Profundidade (cm)	pH		e.mg/100 g							V %	C %	Fe2O3 %		
		H2O	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Ac. total	CTC*				CTC**	PO4 ⁻³
A11	0-10	5,1	4,3	1,47	0,43	0,03	4,22	1,02	5,24	7,17	7,16	0,09	27,0	1,44	1,00
A12	10-26	4,7	4,2	0,19	0,17	0,03	3,42	1,70	5,12	5,51	5,20	0,03	7,5	1,27	1,50
A3	26-41	4,5	4,3	0,19	0,11	0,03	2,81	1,73	4,54	4,87	4,76	0,02	7,7	0,73	1,65
B1	41-57	4,8	4,4	0,30	0,15	0,03	2,40	1,71	4,11	4,59	4,53	0,01	10,6	0,63	2,00
B21	57-77	4,7	4,3	0,21	0,17	0,03	1,53	1,70	3,23	3,64	3,68	0,01	11,1	0,36	1,50
B22	77-138	4,9	4,4	0,16	0,13	0,06	1,14	1,50	2,64	2,99	2,68	0,01	13,1	0,13	2,00
B31	138-204	4,9	4,4	0,16	0,10	0,06	1,07	1,23	2,30	2,62	2,32	0,01	13,8	0,10	2,06
B32	204-254	5,5	4,4	0,16	0,10	0,12	1,05	1,01	2,06	2,44	1,96	0,01	19,4	0,03	2,00
B32	254-304	5,5	4,6	0,18	0,10	0,03	0,99	0,83	1,82	2,13	1,96	0,01	15,8	0,10	2,00
B33	304-354	5,5	4,6	0,18	0,10	0,03	1,12	0,59	1,71	2,02	1,80	0,01	17,2	0,05	2,25
B33	354-415	5,3	4,6	0,21	0,08	0,03	1,12	0,62	1,74	2,06	1,80	-	17,7	-	2,13
B33	415-470	5,4	4,6	0,18	0,01	0,02	1,08	0,62	1,70	2,01	1,68	-	18,4	-	2,13

- Perfil P2 -

CTC* - indireta, CTC** - direta

Quadro 12 - Resultados da análise química do perfil P3

Horizontes	Profundidade (cm)	pH		e.mg/100 g						V %	C %	Fe ₂ O ₃ %			
		H ₂ O	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Ac. total				CTC*	CTC**	PO ₄ ⁻³
A11	0-5	5,0	4,2	0,26	0,20	0,01	2,58	1,12	3,70	4,20	3,80	0,03	12,4	0,67	1,38
A12p	5-17	5,0	4,2	0,21	0,16	0,03	2,50	1,30	3,80	4,20	3,40	0,02	11,8	0,70	1,56
B1	17-30	5,0	4,4	0,21	0,11	0,03	2,24	1,23	3,47	3,82	3,24	0,01	10,8	0,31	1,38
B2	30-110	5,0	4,4	0,20	0,07	0,02	1,50	1,17	2,67	2,96	2,80	0,01	10,3	0,19	1,94
B31	110-210	5,2	4,5	0,18	0,12	0,02	1,12	0,94	2,06	2,38	2,21	0,01	14,5	0,10	2,13
B32	210-260	5,0	4,5	0,21	0,11	0,01	1,16	0,86	2,02	2,35	2,40	0,01	13,7	0,13	1,94
B32	260-310	5,1	4,5	0,21	0,13	0,01	1,10	0,82	1,92	2,27	1,84	0,01	19,0	0,14	1,94
B33	310-360	5,0	4,5	0,21	0,09	0,02	0,97	0,69	1,66	1,98	1,96	-	16,3	0,04	2,38
B33	360-410	6,0	4,8	0,21	0,10	0,01	1,09	0,46	1,55	1,87	1,44	-	22,2	-	1,88
B33	410-470	5,5	4,8	0,18	0,10	0,01	0,91	0,48	1,39	1,68	1,24	-	23,4	-	2,25

- Perfil P3

CTC* - indireta, CTC** - direta

Quadro 13 - Resultados da análise química do perfil P4

Horizontes	Profundidade (cm)	pH		e.mg/100 g								V %	C %	Fe2O3 %	
		H2O	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Ac. total	CTC*	CTC**				PO ₄ ⁻³
- Perfil P4 -															
A1p	0-8	4,6	4,1	0,21	0,14	0,04	2,48	1,66	4,14	4,53	4,60	0,02	8,5	0,57	2,38
A3	8-36	4,7	4,2	0,20	0,12	0,02	2,06	1,28	3,34	3,68	3,37	0,01	10,0	0,40	2,69
B1	36-92	5,0	4,3	0,21	0,11	0,01	1,28	1,12	2,40	2,73	2,58	0,01	12,8	0,15	3,00
B21	92-130	5,0	4,5	0,24	0,08	0,01	1,19	1,02	2,21	2,54	2,34	0,01	14,1	0,15	3,00
B22	130-200	5,5	4,6	0,21	0,08	0,01	1,44	0,83	2,27	2,57	2,38	0,01	12,6	0,16	3,13
B31	200-250	6,0	4,7	0,24	0,06	0,01	1,49	0,78	2,27	2,58	2,44	0,01	12,7	0,10	3,88
B31	250-300	5,9	4,9	0,18	0,04	0,02	1,06	0,41	1,47	1,71	1,84	0,01	13,0	-	3,94
B32	300-350	5,5	4,7	0,21	0,06	0,01	1,34	0,69	2,03	2,31	1,88	0,01	14,3	-	3,38
B33	350-400	6,3	5,0	0,18	0,08	0,01	1,09	0,38	1,47	1,74	1,44	0,01	18,7	-	3,75
B33	400-450	6,7	5,0	0,19	0,07	0,01	1,05	0,45	1,50	1,77	1,60	-	16,9	-	3,94

CTC* - indireta, CTC** - direta

Quadro 14 -- Resultados da análise química do perfil P5

Horizontes	Profundidade (cm)	pH		e.mg/100 g										V %	C %	Fe2O3 %
		H2O	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Ac. total	CTC*	CTC**	PO4 ⁻³				
Ap	0-12	5,0	4,5	0,14	0,13	0,02	2,21	1,47	3,68	3,97	3,92	0,02	7,4	0,45	0,87	
A3	12-55	5,0	4,5	0,18	0,11	0,02	1,47	1,30	2,77	3,08	2,84	0,01	10,9	0,33	0,87	
B1	55-100	5,2	4,5	0,16	0,11	0,02	0,93	1,26	2,19	2,48	2,12	0,01	13,7	0,30	1,00	
B2	100-168	5,2	4,4	0,16	0,10	0,01	0,97	1,14	2,11	2,38	2,16	0,01	12,5	0,13	1,12	
B31	168-208	5,3	4,4	0,14	0,10	0,01	0,88	1,12	2,00	2,25	2,16	0,01	11,6	-	1,00	
B32	208-258	5,5	4,7	0,16	0,11	0,01	1,07	0,91	1,98	2,26	1,96	0,01	14,3	0,10	1,12	
B32	258-318	5,4	4,6	0,16	0,11	0,02	1,05	0,85	1,90	2,19	1,76	0,01	16,5	-	1,32	
B33	318-358	5,0	4,6	0,16	0,08	0,02	0,93	0,96	1,89	2,15	2,00	0,01	13,0	-	1,25	
B33	358-408	5,2	4,5	0,18	0,11	0,02	0,92	0,95	1,87	2,18	2,10	0,01	14,8	-	1,32	
B34	408-458	5,4	4,5	0,16	0,10	0,02	1,00	0,86	1,86	2,14	1,80	0,01	15,5	-	1,32	

-- Perfil P5 --

CTC* -- indireta, CTC** -- direta

Quadro 15 - Resultados da análise química do perfil P6

Horizonte	Profundidade (cm)	pH		e.mg/100 g								V %	C %	Fe2O3 %	
		H2O	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Ac. total	CTC	CTC				PO4 ⁻³
Cam. I	0-3	5,4	4,5	0,66	0,17	0,06	3,01	1,42	4,43	5,32	5,44	0,04	16,3	1,30	0,24
Cam. II	3-12	5,4	4,5	0,27	0,05	0,03	2,89	1,22	4,11	4,46	4,66	0,03	7,5	0,67	0,24
Cam. III	12-30	5,5	4,5	0,29	0,03	0,02	2,78	1,41	4,19	4,53	4,62	0,03	7,3	0,54	0,30
Cam. IV	30-80	5,2	4,4	0,27	0,05	0,01	2,09	1,44	3,53	3,86	3,68	0,05	8,9	0,22	0,12
Cam. V	80-120	5,1	4,3	0,64	0,18	0,02	5,30	3,90	9,20	10,04	8,40	0,02	10,0	0,44	0,12
Cam. VI	120-130	5,1	4,3	0,85	0,30	0,06	7,80	6,14	13,94	15,15	-	0,03	-	0,81	0,12
Cam. VII	130-190	5,2	4,5	0,35	0,11	0,03	3,77	2,35	6,12	6,61	6,68	0,02	7,3	0,34	0,06

- Perfil P6 -

CTC* - indireta, CTC** - direta

6 - CONCLUSÕES

Tendo em vista as condições em que o trabalho foi efetuado, os materiais e métodos empregados, os dados obtidos, analisados e interpretados, pode-se estabelecer as seguintes conclusões:

- 1 - Todos os solos estudados são originados de material retrabalhado.
- 2 - A caulinita foi o mineral de argila dominante, com teores normalmente acima de 50%.
- 3 - A gibbsita ocorre em todos os perfis de solos zonais com valores inferiores a 10%, exceto para o perfil P₁, onde são próximos de 20%.
- 4 - De uma maneira geral os minerais de grade 2:1 (vermiculita e mica) apresentam teores inferiores a 10%. Dentre êles a vermiculita predomina.
- 5 - O material amorfo tem a maioria dos seus teores entre 9 e 15%, exceto para o perfil P₆, onde são próximos a 20%.
- 6 - A condição de drenagem pobre do perfil P₆ é responsável pelo retardamento da sequência de intemperismo.
- 7 - Os maiores teores de material amorfo foram constatados no perfil P₆ (Alúvio), solo de drenagem pobre.
- 8 - Os perfis P₁, P₂, P₃, P₄ e P₅ foram classificados como Ustorthent típico, barro grosseiro, silicoso, isotérmico, ácido.

9 - Os perfis P₁, P₂, P₃ e P₅ foram classificados como Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa (textura média) e o perfil P₄, como Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (textura média) e o perfil P₆, como Alúvio.

7 - RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi efetuar o estudo genético e taxonômico de solos de uma catena da região de São Manuel no Estado de São Paulo.

O material de origem desses solos é oriundo de sedimentos da série Bauru.

Efetivou-se, neste estudo, a identificação morfológica dos solos, a identificação dos minerais da fração argila, a análise quantitativa desses mesmos minerais e a interpretação da análise química e granulométrica para fins de gênese e classificação dos solos.

As amostras, em número de 60, correspondentes aos diversos sub-horizontes dos seis perfis estudados, foram submetidas a diversos tratamentos para a eliminação de agentes cimentantes, dispersão e separação da fração argila. Nesta fração foram realizadas determinações químicas (% de K_2O , sílica, alumina e capacidade de troca de cátions) e mineralógicas (difração por raio-X, análise térmica diferencial e microscopia eletrônica).

Observou-se que todos os solos estudados são originados de material retrabalhado.

Os minerais do grupo da caulinita foram dominantes, com teores normalmente acima de 50%.

A gibbsita está presente em todos os solos zonais, sendo que seus maiores valores estão no perfil P₁ (próximo a 20%), no P₆ se encontram os maiores teores do material amorfo.

Os minerais do grupo 2:1 (mica e vermiculita) apresentam teores menores que 10%. Dentre êles a vermiculita predomina.

Os dados referentes à análise mineralógica da fração argila mostram, também, que a condição de drenagem pobre é responsável pelo retardamento da sequência de intemperismo.

As unidades estudadas foram classificadas a nível de família, recebendo as seguintes denominações: os perfis P₁, P₂, P₃ e P₅ (Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa), e P₄ (Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa) - Ustorthent típico, barro grosseiro, silicoso, isotérmico, ácido e o perfil P₆ (Alúvio) - Tropaquent típico, arenoso, silicoso, isotérmico, ácido.

8 - SUMMARY

This work was carried out in order to make the genetic and taxonomic study of a catena located in the region of São Manuel in São Paulo State.

The parent material origins from the sediments of the Bauru series.

It was realized the morphologic identification of the soils, of the clay minerals fraction, the qualitative analysis of these same minerals and the interpretation of the chemical and mechanical analysis for genesis and soil classification.

Sixty samples correspondents to the several sub-horizons of the six profiles studied, were submitted to many treatments for the elimination of cement agents, dispersion and separation of clay fraction. In this fractions were realized chemical determinations (% of K_2O , silica, alumina and cation exchange capacity) and mineralogic (by X-ray diffraction, differential thermal analysis and electronic microscopy).

It was observed that all the studied soil are originated from the transported material.

The minerals of the kaolinite group were dominant, with values frequently above 50%.

The gibbsite is present in all the zonal soils. The largest values are in the profile P₁ (near to 20%). The P₆ presents

the largest contents of amorphous material.

The 2:1 minerals type (mica and vermiculite) present values smaller than 10%. The vermiculite dominates among them.

Datum, that refer to the mineralogic analysis of the clay fraction, show, too, that the condition of poor drainage is responsible for the delay of the weathering sequence.

The studied units were classified to family level, receiving the following denominations profiles P₁, P₂, P₃ and P₅ (Red Yellow Latosol - sandy phase) and P₄ (Dark Red Latosol - sandy phase) - Ustorthent, typic, coarse loamy, siliceous, isothermic, acid; and the profile P₆ (alluvial) - Tropaquent typic, sandy, siliceous, isothermic, acid.

9 - BIBLIOGRAFIA CITADA

ALEXIADES, C.A., and M.L. JACKSON - 1965 - Quantitative determination of vermiculite in soils - Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 29- 522-527.

- 1966 - Quantitative clay mineralogical analysis of soils and sediments - Clays and Clay Minerals. 14th. Conf. p. 35-52. Pergamon Press. New York.

ALOISI, R.R. - 1971 - Mineralogia da fração argila de alguns solos de Jaboticabal. SP - Dissertação para obtenção do título de "Mestre" - E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Piracicaba (manuscrito).

ANDRADE, S.S. - 1971 - Gênese e classificação de solos de três catenas nos municípios de Piracicaba e Rio Claro - Dissertação apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz" - USP Piracicaba - SP.

BAMPO-ADDO, A.; K.V. RAMAN and M.M. MORTLAND - 1969 - Clay, mineral status of some major soil series in Ghana - Soil Sci. 107: 119-125.

BRAUN, E.H.G. - 1962 - Os solos de Brasília e suas possibilidades de aproveitamento agrícola. Rev. Bras. de Geografia, XXIV: 43-78.

BROWN, G. - 1961 - The X-ray identification and crystal structures of clay minerals - Mineralogical Society (Clays minerals group) - London.

CARDOSO, J.C. - 1967 - Soil Genesis in Southern Portugal. XXVI - Anales de Edafologia e Agrobiologia - 1-4: 849-865.

CATANI, R.A.; J.R. GALLO e H. GARGANTINI - 1955 - Amostragem se solos. Métodos de análise. Interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. I.A.C., São Paulo.

COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A. - 1958 - Levantamento de Re-
conhecimento de Solos do Estado do Rio de Janeiro e Dis-
trito Federal - Rio de Janeiro - Centro Nacional de En-
sino e Pesquisas Agronômicas - Boletim 11. 350 p.

- 1960 - Levantamento de Re-
conhecimento de Solos do Estado de São Paulo - Rio de
Janeiro - Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronô-
micas. Boletim 12. 634 p.

CHU, H.M. and K.W.LEUNG - 1964 - Soils of Maioli Prefecture,
Taiwan Province. China. Soils and Fertilizers in Taiwn
p. 32.

DA GLORIA, N.; R.A.CATANI e T.MATUO - 1964 - Método EDTA na
determinação do cálcio e magnésio "trocável" do solo.
XXI - Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Piracicaba -
São Paulo.

- 1965 - A determinação
da capacidade de troca de cátions do solo pelo método
do EDTA - Revista de Agricultura - Piracicaba - S.P.

DARAGAN, A. - 1967 - Microbiology of the gley process. Sov.
Soil Sci. 2: 228-236.

DIAS, A.C.P. et al. - 1969 - Solos da Bacia Hidrográfica do
Rio Una - Itabuna - Centro de Pesquisas do Cacau - Comu-
nicção Téc. nº 33 - 38 p.

DIXON, J.B. - 1966 - Quantitative analysis of kaolinite and
gibbsite in soils by differential thermal and selective
dissolution methods - Clays and Clay Minerals, 14th.
Conf. p. 83-89. Pergamon Press. New York.

EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO - 1969 - Levanta-
mento Semidetalhado dos solos da área do Ministério de
Agricultura no Distrito Federal - Rio de Janeiro - E.P.
E. - Ministério da Agricultura - Boletim Téc. 8-127 p.

- 1970a - Levan-
tamento de Reconhecimento dos Solos da Zona de Iguatemi
Mato Grosso - Rio de Janeiro - E.P.E. - Ministério da
Agricultura - Boletim Téc. 10 - 99 p.

EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO - 1970b - Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Nordeste do Estado do Paraná (Informe preliminar) - Rio de Janeiro - E.P.E. Ministério da Agricultura - Boletim Téc. 14 - 102 p.

ESCOBAR, E.H.; J.L.I.DEMATTE e A.C.MONIZ - 1971 - Gênese e Classificação de alguns solos da Bacia do Tijuco Preto. Município de Rio das Pedras - S.P. I - Análise mineralógica quantitativa da fração argila. XIII Congr. Bras. de Ciência do Solo - Vitória - E.S.

FREIRE, O. - 1970 - Roteiro para aprendizagem da ciência do Solo. Dept^o Solos e Geologia - E.S.A. "Luiz de Queiroz" U.S.P. - Piracicaba - 36 p.

FREITAS, R.O. - 1955 - Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras - U.S.P. - Boletim 194. Geol. 14 - 185 p.

GONZAGA DE CAMPOS, L.F. - 1905 - Reconhecimento da Zona compreendida entre Bauru e Itapura. E.F. Noroeste do Brasil - São Paulo - Tip. Ideal.

HARWARD, M.E. and A.A.THEISEN - 1962 - A paste method for preparation of slide for clay mineral identification by X-ray diffraction - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26: 90-91.

HOUTEN, F.B. Van - 1953 - Clay minerals in sedimentary rocks and derived soils. Amer. Jr. of Sci. 251: 61-82.

HSU, P.H. - 1963 - Effect of initial pH, phosphates, and silicates in determination of aluminum with aluminon. Soil Sci. 96: 230-238.

JACINTO, A.D.; R.A.CATANI e A.PIZZINATO - 1969 - A determinação do teor total de cobre, ferro, alumínio, manganês e fósforo do solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz" U.S.P. - Piracicaba - 26: 157-172.

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

- 1956 - Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. N.Y. 498 p.

JACKSON, M.L. - 1965 - Soil Chemical Analysis Advanced Course Univ. of Wisconsin. Madison Wis. U.S.A. 991 p (mimeo grafado).

_____ - 1968 - Weathering of Primary and Secondary Minerals in Soils - 9th. International Congress of Soil Sci. Trans. Adelaide - Australia. IV: 261-292.

KARIN, A. - 1954 - A mineralogical study of the colloid fractions of some Great Soil Groups, with particular reference to Illites. Jr. of Soil Sci. 1: 140-144.

KILMER, V.J. and L.T.ALEXANDER - 1949 - Method of making mechanical analysis of soils - Soil Sci. 68: 15-26.

MALAVOLTA, E. e T.COURY - 1954 - Postilas do Curso de Química Agrícola - E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Piracicaba. (mimeografada).

MALTESI, R.P. - 1959 - Great Soil Groups of Nebraska. Soil Sci. 98: 228-238.

MELFI, A.J. ; V.A.V.GIRARDI & A.C.MONIZ - 1966 - Mineralogia dos solos da Estação Experimental "Theodureto de Camargo". Bragantia 25: 9-30.

MENESES LOBO, A.E. - 1971 - Descontinuidade Litológica de alguns solos da região de Piracicaba - Tese de M.S. - E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - S.P.

MILNE, G - 1936 - Normal erosion as a factor in soil profile development. Nature, v. 138, p. 548.

MOHR, E.C.J. and F.A. Van BAREN - 1954 - Tropical Soils - Interscience - New York.

MONIZ, A.C. and M.L.JACKSON - 1967 - Quantitative mineralo-cal analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slate. Wisconsin Soil Sci. Report. 212. 24 p.

_____ e A.CARVALHO - 1969 - Mineralogia de solos da região de Celusa - XII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba - Paraná.

_____ - 1970 - Estudo Mineralógico de Argilas do Maciço Alcalino de Poços de Caldas - Mineralogia nº 19. Boletim nº 304. U.S.P. 134 p.

MORAES REGO, L.P. - 1915 - Camadas cretáceas do Sul do Brasil. Anua. Esc. Pol. S. Paulo, IV ano, 2º Ser. p. 231-274.

NEVES, L.E. - 1968 - Estudo prático de argilas por difratometria de raios-X - Rio de Janeiro - Bol. Téc, Petrobras 11 (1): 123-125.

OLIVEIRA, A.I. e O.H.LEONARDOS - 1943 - Geologia do Brasil. Rio de Janeiro - Imp. Nacional - 813 p.

PAIVA NETO, J.E. - 1942 - A "fração argila" dos solos do Estado de São Paulo e seu estudo roentgenográfico. Bragan^çtia 2: 355-438.

_____ et al. - 1951 - Observações gerais sôbre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. Bragan^çtia 11: 227-253.

PANOSO, L.A. - 1969 - Levantamento Detalhado dos Solos da Estação Experimental de Itapirema - Rio de Janeiro - E. P.E. Ministério da Agricultura - 84 p.

PIPER, O.S. - 1944 - Soil and Plant Analysis - A Laboratory Manual of Methods for the examination of soils and the determination of the inorganic constituents of plants. The University of Adelaide. Adelaide.

RANZANI, G. - 1968 - Pequeno Guia para Levantamento de Solos. E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - U.S.P. São Paulo.

ROOSE, E. et M.CHEROUX - 1966 - Les sols du bassin sédimentaire de Côte D'ivoire. Cahiers O.R.S.T.O.M. 2: 51-91.

RUHE, R.V. - 1959 - Stone lines in soils. Soil Sci. 87: 223-231.

_____ - 1960 - Elements of the landscape. 7th International Congr. of Sci. Madison. Wisc. U.S.A. Vol. IV Comm. vanc. VII - Transactions - p. 165-170.

SOIL SURVEY STAFF - 1951 - Soil Survey Manual. Agricultural Hand Book nº 18 - U.S. Dept. Agric. 503 p.

_____ - 1960 - Soil Classification. A comprehensive System 7th. Aproximation. Washington, U.S. Dept. Agric.

- SOIL SURVEY STAFF - 1967 - Supplement to the soil classification System. Washington, U.S. Dept. Agric.
- SOUZA, J.L. - 1971 - Relatório de atividades - F.C.M.B.B. - Botucatu - São Paulo.
- TEIXEIRA GUERRA, A. - 1954 - Dicionário geológico - geomorfológico. Instituto Panamericano de Geografia e História - Comissão de Geografia - Rio de Janeiro - 250 p.
- TEIXEIRA MENDES, A.C. - 1970 - Dispersão de amostras de solos minerais. E.S.A. "Luiz de Queiroz" - U.S.P. - Piracicaba - São Paulo (mimeografado).
- WANBEKE, A. Van - 1967 - Recent development in the classification of the soils of the tropics. Soil Sci. 104: 309-313.
- WARSHAW, C.N. and R.ROY - 1963 - Classification and skeme for identification of layers silicates. Bol. Geol. Soc. Amer. 72: 1455-1492.
- YANG, P.S. - 1962 - Clay minerals of Alluvial soils and Latosols. Soil Fertilizers in Taiwan p. 40.
- YUAN, T.L. - 1969 - Composition of the amorphous materials in the clay fraction of some Entisols, Inceptisols and Spodsols. Soil Sci. 107: 303-324.