

**MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DE SOLOS DO
MUNICÍPIO DE JABOTICABAL**

RAFAEL ROBERTO ALOISI
ENGENHEIRO-AGRONOMO

Orientador : Antonio Carlos Teixeira Mendes

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
- 1975 -

DEDICO

*à minha esposa
e ao meu filho*

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Dr. Antonio Carlos Teixeira Mendes pela orientação prestada.
- Ao Dr. José Luiz Ioriatti Demattê pelas inúmeras sugestões efetuadas.
- À Eng.Agr. Sonia Carmela Falci pela revisão do texto.
- À FAPESP pelo esteio econômico sem o qual não haveria possibilidade da realização do presente trabalho.

I N D I C E

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. Considerações gerais	03
2.2. Classificação antiga	04
2.2.1. Terra Roxa	04
2.3. Classificação moderna	08
2.3.1. Terra Roxa Estruturada	08
2.3.2. Latossol Roxo	11
2.3.3. Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Materiais	18
3.1.1. Solos	18
3.1.2. Aparelhos utilizados	21
3.1.3. Reativos	21
3.2. Métodos	22
3.2.1. Dispersão das amostras de solo	22
3.2.2. Separação da fração argila	23
3.2.3. Saturação do complexo trocável	24
3.2.4. Montagem de agregados orientados	24
3.2.5. Solvatação com etileno-glicol	24
3.2.6. Análise das amostras por difração dos raios-X	25
3.2.7. Análise quantitativa dos minerais de argila.	25
4. CARACTERÍSTICAS DA AREA E DOS PERFIS DE SOLOS	27
4.1. Localização do município	27
4.2. Aspéctos geomorfológicos e os solos do município de Jaboticabal	27
4.3. Clima	31
4.4. Balanço hídrico	32
4.5. Vegetação	32
4.6. Descrição dos perfis de solos	35

	<u>página</u>
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1. Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa	37
5.2. Latossol Roxo	46
5.3. Terra Roxa Estruturada	57
6. CONCLUSÕES	63
7. RESUMO	64
8. SUMMARY	65
9. BIBLIOGRAFIA CITADA	66

INDICE DOS QUADROS

<u>Quadro</u>		<u>página</u>
1	Designação e classificação dos perfis de solos estudados	18
2	Características morfológicas dos perfis da Série Santa Tereza	35
3	Características morfológicas dos perfis da Série Jaboticabal	36
4	Características morfológicas do perfil da Série Várzea	36
5	Mineralogia da fração argila dos perfis de Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa	47
6	Mineralogia da fração argila dos perfis de Latosol Roxo	47
7	Mineralogia da fração argila do perfil de Terra Roxa Estruturada	57

INDICE DAS FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>página</u>
1	Catena formada pelos perfis P_1 , P_3 , P_5 e P_7	19
2	Mapa de solos da área da fazenda onde se localiza a F.M.V.A.J.	20
3	Curva de calibração para caolinita e gibbsita por A.T.D.	26
4	Posição do município de Jaboticabal em relação ao Estado de São Paulo	28
5	Balanço hídrico dos perfis representativos das Séries Santa Tereza e Jaboticabal	33
6	Balanço hídrico do perfil representativo da Série Várzea	34
7	Difratogramas da fração argila, horizontes A_p , B_{22} , e B_{23} ; Perfil P_1 (amostras K-saturadas)	38
8	Difratogramas da fração argila, horizonte B_{21} , Perfil P_1	39
9	Difratogramas da fração argila, horizontes A_p , B_{21} , B_{22} e B_{23} ; Perfil P_7 (amostra K-saturada)	40
10	Difratograma da fração argila, horizonte B_{21} , Perfil P_7	41
11	Termogramas do perfil P_1 ; horizontes A_p , B_{21} , B_{22} , e B_{23}	43
12	Termogramas do perfil P_7 ; horizontes A_p , B_{21} , B_{22} , e B_{23}	43
13	Micrografia eletrônica do P_1	45
14	Difratogramas da fração argila; horizontes A_p , B_{21} , B_{22} e B_{23} , Perfil P_3 (amostras K saturadas)	48
15	Difratogramas da fração argila; horizonte A_p , Perfil P_3	49
16	Difratogramas da fração argila, horizonte A_p , B_{21} , B_{22} e B_{23} (Perfil P_5 (amostras K saturadas))	50

<u>Figura</u>		<u>página</u>
17	Difratogramas da fração argila, horizonte B_{23} ; Perfil P_5	51
18	Termogramas do Perfil P_3 : horizontes A_p , B_{21} , B_{22} , B_{23}	52
19	Termograma do Perfil P_5 : horizontes A_p , B_{21} , B_{22} e B_{23}	52
20	Micrografia eletrônica do P_3	54
21	Micrografia eletrônica do P_5	55
22	Difratogramas da fração argila, horizontes A_p e B_2 ; Perfil P_8 (amostras K saturadas)	58
23	Difratogramas da fração argila, horizonte B_2 ; Perfil P_8	59
24	Termogramas do perfil P_8 , horizontes A_p e B_2	60
25	Micrografia eletrônica do P_8	61

1. INTRODUÇÃO

O solo é um sistema complexo formado por numerosos componentes, que diferem entre si por suas propriedades físicas e químicas. As partículas minerais constituintes do solo variam de tamanho entre limites muito amplos, sendo as menores as da fração argila que, sem lugar a dúvidas, são as que condicionam a maior parte dos processos físico-químicos que ocorrem no solo.

A caracterização do material de argila de um solo tem considerável importância, tanto do ponto de vista puramente pedológico, quanto para o julgamento da fertilidade do solo e melhoramento das suas condições.

Apesar da importância do assunto e da intensa pesquisa que tem sido desenvolvida em outros países, pouco se tem feito no Estado de São Paulo nesse setor. Devido a este fato é que se propôs a realização deste trabalho.

Para este estudo, foi utilizada a fração argila de amostras dos solos Terra Roxa Estruturada, Latossol Roxo e Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa, que ocorrem no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

Os principais objetivos pretendidos neste trabalho foram:

- a. identificação dos minerais de argila em amostras de solos dentro da área acima referida;
- b. análise quantitativa dos minerais de argila;
- c. determinação das diferenças mineralógicas entre os tipos de solos estudados.

Este trabalho reúne resultados do estudo de 72 difratogramas de 5 perfis de solos, complementados pelas técnicas de análise térmica diferencial, análises químicas e microscopia eletrônica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações Gerais

Pretendeu-se, reunir aqui de maneira sucinta, aquilo que se encontra esparso na literatura sobre os solos chamados "Bauru Inferior" e as "Terras Roxas", tanto na classificação antiga como na moderna. Além da literatura nacional, esta revisão traz também, como subsídio, citações da literatura estrangeira sobre solos com características semelhantes.

A classificação antiga refere-se aos grandes tipos de solos de *PAIVA NETO et al.* (1948) e a moderna, ao levantamento de reconhecimento feito pela *COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA (1960)*, ao nível de grande grupo e fases deste.

O critério de classificação adotado por *PAIVA NETO et al.* (1948), foi essencialmente petrográfico-mineralógico, isto é, baseado principalmente na Geologia.

O levantamento de reconhecimento, feito pela *COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA (1960)*, mostrou que não havia perfeita coincidência com a Geologia. O sistema de classificação adotado pela referida Comissão foi o sistema norte-americano de 1938, revisado em 1949.

Segundo *FRANÇA & DEMATTÊ (1967)*, a correspondência entre as classificações antiga e moderna dos solos "Bauru Inferior" e "Terras Roxas" seria:

<u>Classificação antiga</u>	<u>Classificação moderna</u>
Terra Roxa Legítima	Latossol Roxo; Terra Roxa Estruturada
Terra Roxa Misturada	Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa; Latossol Roxo
Arenito de Bauru Inferior	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

2.2. Classificação Antiga

2.2.1. Terra Roxa

Até o presente momento, não se sabe bem ao certo como surgiu a expressão Terra Roxa para designar os solos provenientes de rochas eruptivas básicas. Sua origem talvez se deva à particularidade de lembrar a cor roxa em determinados ângulos de observação e incidência de raios luminosos.

Ao que se sabe, as primeiras análises (mecânicas e química) da Terra Roxa e seu material datam de quase um século.

Em análises feitas em amostras de solos do Estado de São Paulo por Mayer (*LAERNE, 1885*), uma delas referia-se à Terra Roxa de Ibicaba, Município de Limeira.

Na mesma época, Tibiriçá Piratininga (*DAFERT & CAVALCANTI, 1889*), em artigo publicado na Gazeta de Campinas (agosto, 1885), mostrou a composição da rocha basáltica que origina a Terra Roxa.

CAVALCANTI (1890), procurando organizar uma classificação das terras de acordo com as denominações adotadas pelos lavradores, classificou as Terras Roxas em:

- a. apuradas;
- b. misturadas.

Segundo o mesmo autor, as terras denominadas Roxas eram constituídas, fisicamente, por uma mistura de argila e areia preta (restos de basalto), não tinham calcário e algumas apenas, de mata virgem, continham húmus. Sua composição média foi assim estabelecida: argila, 79 a 90%; sílica (areia), 2,5 a 10%; húmus, 0 a 1,5%. Com a argila achavam-se em combinação íntima os óxidos de ferro que, segundo as análises do mesmo autor, existiam sempre em proporção variando de 7 a 18%, na parte solúvel das Terras Roxas.

DAFERT (1892) concluiu que, as análises até então executadas não bastavam de modo algum para a criação de uma denominação sistemática das terras paulistas. Segundo ele, não sendo possível resolver a questão só por meio da química, combinou-se com o então chefe da Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, Dr. Orville A. Derby, a exploração comum desse ramo da ciência. O único meio de se obter clareza seria este: estudo químico-geológico da rocha originária, da rocha em decomposição, do produto imediato de decomposição, da terra de transporte e da terra de cultura.

Em 1935, o Dr. Theodureto de Almeida Camargo, então diretor do Instituto Agronômico de Campinas, Estado de São Paulo, fundou a Secção de Solos, contratando para chefiá-la e organizar o levantamento agro-geológico, o Prof. Paul Vageler, especialista em solos tropicais e subtropicais.

Em 1941, foi organizado um mapa agro-geológico do Estado na escala 1 : 1 000 000, que modificava sensivelmente o mapa geológico de 1929, editado pela Comissão Geográfica e Geológica.

Entre os resultados mais importantes, conseguidos até então pela Secção de Solos, figuravam as características de alguns dos principais tipos de solos do Estado.

A classificação começou distinguindo apenas seis grupos (*PAIVA NETO, 1942*) de solos: os do Complexo Cristalino, do Glacial, do Corumbataí, as Terras Roxas, as de Bauru e os Alúvios.

Baseado em misturas de materiais de origem, *SETZER (1941, 1946)*, classificou as Terras Roxas em:

- a. Terra Roxa de campo;
- b. Terra Roxa Misturada;
- c. Terra Roxa Legítima;

de acordo com maiores ou menores teores de quartzo.

PAIVA NETO (1942), estudando a fração argila de solos do Estado de São Paulo, constatou para a Terra Roxa Legítima de Ribeirão Preto:

1. grande quantidade de óxidos de ferro hidratados: até 35% de Fe_2O_3 por 100 g de terra a 100°C ;
2. gibbsita;
3. caolinita em teores assim dispostos:
 - a. por 100 g de argila a 110°C : médio, 34,0%; máximo, 57,0%; mínimo, 11,0%.
 - b. por 100 g de terra fina a 110°C : médio, 15,0%; máximo, 25% e mínimo, 4,5%.

Vageler (*GUTMANS, 1943*) considerou que a Terra Roxa Legítima é autóctone não devia conter quartzo (areia) e que, quando este se encontrava presente, provinha do arenito de São Bento, podendo-se, assim, considerá-la como Terra Roxa mais ou menos misturada.

Mas, segundo *GUTMANS (1943)* no Estado de São Paulo existem duas variedades importantes de diabásios: com quartzo e sem quartzo. Sendo assim, a presença de quartzo em pequena quantidade poderia existir na Terra Roxa Legítima e autóctone.

PAIVA NETO et al. (1951) dividiram o Estado de São Paulo em

10 grandes tipos de solos relacionados com a petrologia em geral, incluindo entre eles a Terra Roxa Legítima e a Terra Roxa Misturada

Estudaram cerca de 1 700 000 hectares de Terra Roxa Legítima, equivalentes a 7,3% da área total do Estado. A idade geológica era a triássica-jurássica, sendo as eruptivas básicas as responsáveis pela origem desse grande tipo, cuja composição mineralógica era variável. Quanto à gênese, esses solos foram subdivididos em dois grupos:

- a. Terra Roxa Legítima proveniente de produtos de decomposição antiga do magma diabásico, isto é, de fenômenos geológicos cuja idade é a mesma das eruptivas básicas.
- b. Terra Roxa Legítima proveniente de produtos de decomposição procedente do intemperismo da época atual.

No primeiro caso, as capas de decomposição mostravam, em geral, fenômeno intenso de caolinização, ao passo que no segundo, praticamente a totalidade do Al_2O_3 estava livre e solúvel no HCl concentrado e a quente, e o SiO_2 na forma coloidal. No primeiro, a intensidade da lixiviação, tanto das bases como do SiO_2 , era menor que no segundo caso.

Os dados obtidos pelos autores, para a análise mineralógica, revelou que, praticamente, não existiam minerais primários da rocha-mãe, a não ser quartzo em pequena percentagem (de 1 a 6%), ilmenita e magnetita. Em parte, talvez, estes minerais fossem de formação secundária. A quase totalidade do material era constituída por cerca de 15% de caolinita, $Al_2O_3 \cdot nH_2O$, $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ e $SiO_2 \cdot nH_2O$.

A Terra Roxa Misturada provinha de misturas, em proporções várias, do arenito Botucatu e Terra Roxa Legítima. A área deste grande tipo de solo foi estimada em cerca de 2 000 000 de hectares e circunscreviam, no geral, as de Terra Roxa Legítima. Foram considerados Terra Roxa Misturada aqueles solos que, pela análise mineralógica, continham entre 10 e 60% de quartzo nas frações areia grossa

(2 a 0,2 mm) + areia fina e silte (0,2 a 0,002 mm).

2.2.2. Solos situados no Caiuã (?) ou Bauru Inferior (?)

Segundo *PAIVA NETO (1942)*, estes solos eram essencialmente arenosos. A análise mecânica fornecia:

- a. à profundidade de 0-40 cm: argila, 10%; areia fina + silte, 17%;
areia grossa, 73%.
- b. à profundidade de 40-80 cm: argila, 16%; areia fina + silte, 18%;
areia grossa, 66%.
- c. à profundidade de 80-150 cm: argila, 17%; areia fina + silte, 10%;
areia grossa, 73%.

Segundo o mesmo autor, era interessante notar que a presença de gibbsita na fração argila dos solos citados era mais ou menos persistente, sendo, em alguns casos, o principal constituinte. Como co-participante da gibbsita, figurava a caolinita que, às vezes, a-vultava em percentagem. De ordinário, era reduzida a quantidade de óxidos de ferro hidratados. Para a caolinita encontraram-se os seguintes teores:

- a. por 100 g de terra fina a 110^oC: médio, 7,0%; máxima, 8,0%, míni-
mo, 4,0%.
- b. por 100 g de argila a 110^oC: médio, 48,0%; máximo, 57,3%, míni-
mo, 33,0%.

Já na classificação apresentada por *SETZER (1949)*, fazem parte dos solos incluídos entre os denominados "Bauru Inferior" e que constituem o grupo 15 do referido autor.

2.3. Classificação Moderna

2.3.1. Terra Roxa Estruturada

No levantamento dos solos do território do Havai, Cline (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) em 1955, classificou como "Low Humic Latosol" solos bastante semelhantes à Terra Roxa Estruturada.

Os "Low Humic Latosol" têm um horizonte A_1 de fraco e moderadamente desenvolvido, constituído por minerais de argila do grupo da caolinita, com cerca de 10% de óxido de ferro livre e um conteúdo de matéria orgânica variando de 2,5 a 4,0%. O horizonte A_1 se sobrepõe a um horizonte B altamente intemperizado, no qual todos os minerais primários foram intemperizados para caolinita. Este horizonte frequentemente, contém cerca de 80% e raramente menos que 55% desse mineral de argila. Os óxidos de ferro livres ocorrem em grande quantidade.

Bramão e Simonson (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) em excursão ao sul do Brasil, por volta de 1955, reconheceram dois grupos principais de Terras Roxas: a de Ribeirão Preto e a do Paraná. Esta última corresponde à Terra Roxa Estruturada.

BACHELIER (1957) descreveu no Cameroun, África, solos "Brun Rouge", formados de basaltos recentes com características analíticas semelhantes à Terra Roxa Estruturada. Estes solos, formados sobre os produtos do vulcanismo recente, apresentam na fração argila como mineral essencial, a caolinita; os hidróxidos de ferro e de alumínio são tanto mais abundantes quanto mais avermelhados e evoluídos são os solos. Apresentam boas reservas de cálcio, são ricos em magnésio, mas pobres em potássio; o fósforo total é médio, enquanto que o assimilável geralmente não é dosável pelos métodos habituais. O pH é ligeiramente ácido (ao redor de 6), aproximando-se, todavia, da neutralidade em sua superfície ou na base do perfil.

Bramão e Dudal (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) descreveram, em 1958, o "Low Humic Latosol" como sinônimo de Terra Roxa; provavelmente referiam-se estes autores à Terra Roxa Estruturada, as sinalando a presença destes solos no Havai, Paraguai, Etiópia, Quênia e Congo Belga, além do Brasil.

Segundo *SHERMAN & ALEXANDER (1959)*, os solos pertencentes ao grande grupo dos "Low Humic Latosols" desenvolveram-se sobre materiais de rochas cristalinas básicas, num clima semi-árido subúmido de regiões tropicais e subtropicais, e com um período seco pronunciado. Os perfis dos solos deste grupo caracterizam-se pelo de

envolvimento de um fraco horizonte A_1 num solo constituído predominantemente de argila caolinítica. O solum é uniforme em sua composição química e mineralógica. Os minerais do grupo do caolim constituem mais de 50% da fração argila, juntamente com óxidos de ferro e pequena quantidade de gibbsita. Morfologicamente são muito semelhantes às Terras Roxas do Brasil.

Segundo a *COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA (1960)*, os solos descritos por Cline, Sherman e Alexander, embora sejam bastante semelhantes à Terra Roxa Estruturada, não apresentam a característica estrutura maciça porosa no subhorizonte B_3 . Esta mesma Comissão relatou como as seguintes, as características morfológicas destes solos: cerosidade forte e abundante revestindo os agregados que compõem a estrutura em blocos subangulares no horizonte B; pequena variação de cor entre os horizontes A e B, permanecendo o valor constante e a croma aumentando duas unidades; textura "clay" tanto no horizonte A como no B, com maior concentração de argila no subhorizonte B_{22} , diminuindo gradativamente para o horizonte C; plasticidade e pegajosidade diminuindo dos horizontes superiores aos inferiores; relativa dificuldade de identificação dos subhorizontes; grande variação de cor entre amostras secas em condições naturais e as mesmas depois de trituradas; mudança de coloração da superfície de solos descobertos, nos cortes e barrancos de estrada, de acordo com o ângulo de observação e de incidência dos raios luminosos; grande estabilidade dos microagregados, sendo necessária a manipulação prolongada das amostras para o desaparecimento da sensação "areia" e apreciação real da textura do campo; presença de microporos (diâmetro inferior a 1 mm) em abundância; efervescência com água oxigenada ao longo do perfil, devido a teores relativamente elevados de manganês; abundância de minerais pesados, muitos dos quais facilmente atraídos por um ímã comum. Na fração argila, por difração dos raios X, no horizonte A_p observa-se predomínio do quartzo seguido de minerais de argila do tipo 1:1; nos subhorizontes B_{22} , B_{23} e B_3 o-

correm, nas mesmas proporções, minerais de argila do tipo 1:1 e óxido de ferro, aparecendo, em menor proporção, a gibbsita.

MONIZ & JACKSON (1967), em análises de solos do Estado de São Paulo desenvolvidos de rochas básicas, constataram que a Terra Roxa Estruturada apresentava um baixo teor em gibbsita (2-8%), relação molecular sílica-alumina (K_i) maior que 2, e um conteúdo de óxidos de ferro livres entre 12 e 19%. A quantidade de mica formada foi pequena, devido ao pequeno conteúdo de K_2O (cerca de 1%) nas rochas básicas. O mineral de argila do tipo 1:1 foi caolinita e não halloysita, desde que não foram observados tubos nas micrografias eletrônicas e nem espaçamentos maiores do que 7,2 Å. O conteúdo de material amorfo diminuiu com o aumento da gibbsita, parecendo isto ser um bom indício da sequência: rocha básica → material amorfo → gibbsita. A presença em pequena quantidade de vermiculita, em quase todas as amostras estudadas, poderia ser explicada pela alteração de mica em vermiculita, como tem sido observado em solos da região temperada, ou poderia indicar uma ligeira quantidade de vermiculita pedogênica.

Ainda nesse estudo, os autores compararam os solos do Brasil e do Havaí, desenvolvidos de rochas básicas, com base na relação molecular sílica/alumina (K_i), a qual dá uma indicação do nível de intemperismo. A Terra Roxa Estruturada pareceu estar em um estágio de intemperismo similar ao dos "Low Humic Latosols".

CARVALHO & MONTGOMERY (1971) estudaram uma ocorrência de Terra Roxa Estruturada, no Estado de São Paulo, e a análise mineralógica da fração argila mostrou ser a mesma composta principalmente de caolinita (60 a 70%) e material amorfo (23 a 30%).

2.3.2. Latossol Roxo

Bennett & Allison, em 1928, e Byears e outros, em 1938 (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) fizeram menção aos "Nipe clay" que ocorrem em Cuba, Porto Rico e Havaí, ressaltando os altos teores de

ferro destes solos, além da uniformidade da cor ao longo do perfil e alta porosidade que apresenta, características estas também comuns à Terra Roxa Legítima (Latossol Roxo).

PAIVA NETO et al. (1949), no Estudo Pedológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, apresentaram um grande número de dados analíticos referentes à Terra Roxa Legítima.

PAIVA NETO et al. (1951) fizeram diferenciações entre as Terras Roxas Legítimas, com base na idade da decomposição do diabásio.

O Latossol Roxo, em relação ao trabalho dos autores, deve pertencer ao subtipo proveniente da decomposição antiga do magma basáltico. Esta unidade de mapeamento não é homogênea quanto aos dados analíticos. Morfologicamente os perfis se assemelham, mas apresentam grandes variações nos valores de S, T e V, e principalmente no pH em água e em KCl. Alguns perfis apresentam nos horizontes inferiores, pH em KCl maior do que em água. Perfis iguais a este devem representar o produto final da latossolização.

Stephens (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) em 1954, descrevendo solos da ilha Norfolk, fez referência aos Krasnozems originários de basalto; dentro deste agrupamento, Stephens descreveu a série "Mt. Pitt Clay", que morfológica e analiticamente se assemelha ao Latossol Roxo. São solos bastante argilosos, com as cores do Latossol Roxo, sendo porém, menos profundos. Analiticamente apresentam semelhanças no fato de estar a capacidade de troca de cátions bastante relacionada com os teores de matéria orgânica.

O Latossol Roxo apresenta semelhanças com os "Humic Ferruginous Latosols" descritos por Cline (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) em 1955, no Havaí, no que concerne à pobreza em sílica, alumínio e bases, e por ser também o produto final da latossolização, mas difere deles por não apresentar concentração de minerais pesados nos horizontes superficiais, nem conteúdos tão elevados de matéria orgânica.

Bramão & Simonson (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*), na viagem que realizaram ao Brasil por volta de 1955, referiram-se às Terras Roxas (Latosol Roxo) de Ribeirão Preto, fazendo também menção de serem estes solos o produto final da latossolização.

BACHELIER (1957), no Cameroun, África, descreveu com a denominação de "Sol Brun-Rouge et Rouge Formés sur les Basaltes Anciens" solos que parecem ser semelhantes ao Latossol Roxo. Em uma fotografia apresentada naquele trabalho, os solos são descritos como "Sol Ferralitique Rouge profond Sur Basalt Ancien".

Os solos "Brun-Rouge", formados sobre os basaltos antigos, descritos pelo autor, são comumente muito profundos (podendo atingir 5 a 10 metros) parecendo homogêneos, com uma coloração vermelha um pouco mais escura caracterizando os primeiros centímetros e uma estrutura geralmente prismática marcante nos primeiros metros. O conteúdo desses solos em argila varia de 50 a 70% com uma ligeira lixiviação do horizonte superior e uma diminuição regular de argila com a profundidade. A fração dita "argilosa" é constituída de aproximadamente 50% de caolinita, 25% de hidróxido de alumínio e 25% de hidróxido de ferro. O pH é ácido e varia de 5 a 6. Parecem possuir reserva satisfatória em cálcio nos horizontes superiores, mas, geralmente insuficientes nos inferiores; as de magnésio são habitualmente médias, mas variáveis em profundidade, enquanto que as de potássio são pequenas e as de sódio, satisfatórias.

Thorp (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*), em 1957, fez menção aos solos agrupados entre os Krasnozems, conhecidos pelos fazendeiros da Tasmânia como "chocolate soils" e que, morfologicamente, assemelham-se ao Latossol Roxo. Thorp descreveu também, perfis de "Lateritic Krasnozems" semelhantes morfologicamente ao Latossol Roxo, embora estes não apresentem a bancada laterítica característica daqueles solos. Este autor correlacionou ainda, os "Lateritic Krasnozems" com o "Nipe clay" de Porto Rico, solo com que o Latossol Roxo tem alguma semelhança, salientando ainda que os "Nipe clay" apresentam bancada laterítica, que ocorre somente em faixas

alongadas, não sendo contínua como nos "Lateritic Krasnozems".

Segundo a *COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA (1960)*, de um modo geral, são as seguintes as características morfológicas destes solos: pequena variação de cor entre os horizontes A e B permanecendo o valor constante e a croma oscilando em duas unidades; textura "clay" tanto no horizonte A como no B; grande dificuldade de identificação dos subhorizontes; grande variação de cor entre amostras secas em condições naturais e amostras secas trituradas; mudança de coloração da superfície do solo descoberto, nos cortes e barrancos de estrada, de acordo com o ângulo de observação e de incidência dos raios luminosos; grande estabilidade dos agregados do horizonte A_1 sendo necessário, para apreciação da textura, a manipulação prolongada das amostras para o desaparecimento da sensação de "areia"; presença abundante de poros; o grau de coesão que une os pequeninos agregados no horizonte B_1 é muito fraco, mesmo em material bastante seco, transformando-se, com muita facilidade, os torrões em material pulverulento, conhecido como "pó de café"; efervescência com água oxigenada ao longo do perfil, em vista dos teores relativamente elevados de manganês; abundância de minerais pesados, muitos dos quais facilmente atraídos por um ímã comum.

Na fração argila, por difração dos raios X, foi observado, nos subhorizontes A_p , A_3 , B_{22} e B_{23} , predomínio de gibbsita, e, em menores proporções, óxidos de ferro. Minerais de argila do tipo 1:1 ocorrem somente em proporções inferiores aos óxidos de ferro nos subhorizontes B_{22} e B_{23} .

MELFI et al. (1966), estudando a Mineralogia dos Solos na Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", em Campinas, descreveram com o nome da série Chapadão solos originados do diabásio e classificados como Latossol Roxo.

Na fração argila, por difração dos raios X, observou-se a presença, em todos os horizontes, de minerais de argila do grupo da caolinita e hematita, surgindo a gibbsita em menor quantidade.

Por meio da microscopia eletrônica foram analisados os horizontes A_3 e CDr, notando-se a presença de uma partícula de forma tubular, provavelmente halloysita.

MONIZ & JACKSON (1967), estudando solos do Estado de São Paulo e do Distrito Federal (Brasília), derivados de rochas básicas, constataram que tais solos apresentavam grande variação na percentagem dos minerais dominantes, como por exemplo o conteúdo em gibbsita, que variava de 1 a 50%. Os solos com o mais baixo conteúdo de gibbsita (2-8%), encontravam-se entre as chamadas Terra Roxa Estruturada, ao passo que as chamadas Terra Roxa Legítima apresentavam o mais alto conteúdo, com um intervalo de variação entre 13-50%. As amostras dos solos de Terra Roxa Legítima tinham a relação molecular sílica/alumina mais baixa (Ki abaixo de 1,5; geralmente abaixo de 1,0) e um maior conteúdo em óxido de ferro livre (14 a 24%) que os solos de Terra Roxa Estruturada (Ki acima de 2,0; Fe_2O_3 , 12 a 19%), o que refletia o maior grau de intemperismo do primeiro.

A quantidade de mica formada nos solos desenvolvidos de rochas básicas foi pequena devido ao baixo conteúdo em K_2O (cerca de 1%) daquelas rochas. O mineral de argila do tipo 1:1 encontrado foi caolinita e não halloysita, desde que não foram observados tubos nas micrografias eletrônicas e nem espaçamentos maiores que 7,2 Å.

Foi feita ainda, uma comparação entre os solos do Brasil e Havaí, desenvolvidos de rochas básicas, baseada na relação molecular sílica/alumina (Ki), a qual dá uma indicação do nível de intemperismo. A Terra Roxa Legítima pareceu estar em um estágio similar de intemperismo ao dos "Humic Latosols".

CARVALHO & MONTGOMERY (1971), estudando amostras de solos Latossol Roxo do Estado de São Paulo, constataram que a fração argila é igualmente dominada por caolinita e gibbsita (38 a 40%), ou apresenta teores de gibbsita (43 a 52%) ligeiramente superiores aos de caolinita (23 a 28%).

ESCOEAR et al. (1972), estudando alguns solos da bacia do ri-beirão Tijuco Preto, município de Rio das Pedras, SP, constataram que as partes mais altas da bacia eram ocupadas por Latossol Roxo.

Em um perfil por eles estudado, a caolinita mostrou ser o principal componente (70%) da fração argila grossa (2-0,2), seguindo-se a alofana (20%), gibbsita (9,2%) mica (0,9%) e vermiculita (0,6%). Tomando como índice de intemperização o teor de gibbsita, ou a relação molecular sílica/alumina (Ki), verificaram que esse solo era menos intemperizado que o Latossol Roxo de Campinas, da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", do Instituto Agrônomo (Melfi, *et al.* 1966) e que os solos do planalto ocidental, como os cinco perfis descritos pela Comissão de Solos do CNEPA (1960), três perfis estudados mineralogicamente por Moniz & Jackson (1967) e dois perfis estudados por Carvalho & Montgomery (1971).

2.3.3. Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

O Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa na classificação de *PAIVA NETO* (1942, 1948) está incluído entre os solos denominados "Bauru Inferior (?) ou Caiuá (?)".

Em um trabalho posterior, *PAIVA NETO et al.* (1951) parecem incluir o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa como pertencente aos grandes grupos "Terra Roxa Misturada" e "Solo Arenito Botucatu".

Segundo a *COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA* (1960) as principais características destes solos são: solos profundos, arenosos, com horizontes B latossólicos, acentuadamente drenados, de cor geralmente vermelho a vermelho escuro, originados do arenito Bauru sem cimento calcário. O valor e a croma da cor do horizonte B são mais elevados do que os do horizonte A, sendo o valor uma unidade a mais e a croma até quatro unidades mais elevados. Apresentam 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 e rósea, sendo este fato mais notório no

horizonte A.

A *EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO DO M.A. (1970)*, em levantamento de reconhecimento dos solos da zona de Iguatemí, Mato Grosso, fez referência ao Latossol Vermelho Escuro distrófico, textura média, fase transição floresta-cerrado. Esta unidade de mapeamento possui horizonte A fraco (óxico), horizonte B latossólico (óxico), argila de atividade baixa, percentagem de saturação de bases (V%) e capacidade de troca de cátions (T) baixa. São de textura média, muito profundos, acentuadamente drenados, muito porosos, de coloração vermelha escura e fortemente ácidos.

Correlacionam-se com a unidade Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa, descrita no levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*), com vegetação de cerrado. Classificam-se como Latossol Vermelho Escuro distrófico, textura média, ao nível categórico de grande grupo. São desenvolvidos de material proveniente da decomposição de arenito Caiuá do Período Jurássico.

VERDADE (1967a, 1967b) descreveu perfis de solo Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, nos municípios de Sud Mennucci e Itapura, Estado de São Paulo. No município de Sud Mennucci foram encontradas as séries Leopoldina, Mosquito e Tamanduá e no município de Itapura apenas a série Leopoldina.

MONIZ & CARVALHO (1969) efetuaram o estudo mineralógico desses Latossóis e concluíram: o mineral dominante é a caolinita com intervalo de variação entre 80 e 90%; a seguir vem o material amorfo com o valor de 10,3 a 15,3%; os teores de mica são baixos, variando entre 0,7 e 3%; ausência de vermiculita. Quanto às divergências existentes na distribuição dos teores de minerais de argila em relação às diversas profundidades, concluíram os autores serem elas decorrentes da falta de homogeneidade vertical do material de origem do solo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

3.1.1. Solos

Foram utilizados, do levantamento realizado por *ALOISI & DE MATTE* (1974) ao nível de série na área da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, Município de Jaboticabal, cinco perfis de solos cujas designação e classificação encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1 - Designação e classificação dos perfis de solos estudados (*ALOISI & DEMATTE*, 1974).

Perfil	Série	Grande Grupo	
		Soil Survey Staff (1967)	Comissão de Solos do CNEPA (1960)
P ₁ e P ₇	Santa Tereza	Haplorthox	Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa
P ₃ e P ₅	Jaboticabal	Eutrorthox	Latossol Roxo
P ₈	Várzea	Tropudalfs	Terra Roxa Estruturada

ÁREA APROXIMADA = 7,75 Km²
 ESCALA APROXIMADA = 1:25000

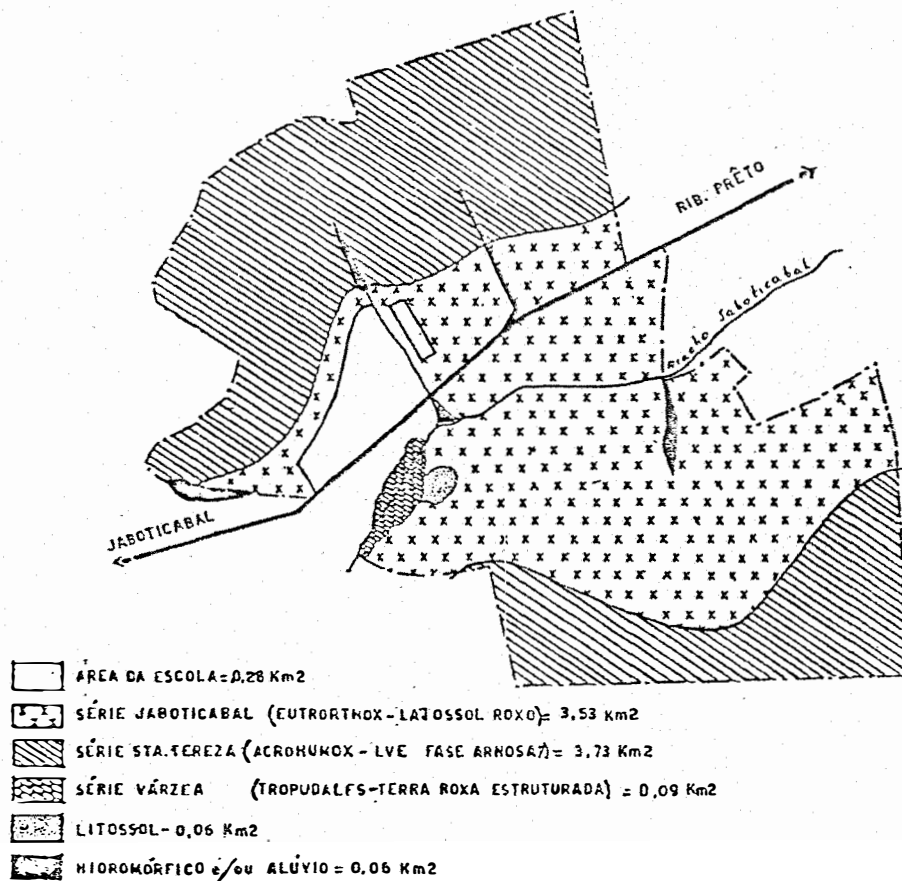


Figura 2 - Mapa de solos da área da fazenda onde se localiza a F.M.V.A.J.

3.1.2. Aparelhos utilizados

Aparelho de difração dos raios X Norelco, fabricação Philips Electronic Instruments, Nova Iorque, Estados Unidos.

Aparelho para análise térmica diferencial Deltatherm, fabricado pela Technical Equipment Corporation, Denver, Colorado, Estados Unidos.

Microscópio eletrônico Elmiskop 1A, fabricação Siemens.

Centrífuga International nº 2, com cabeça nº 240 e tubos de centrífuga de 100 ml.

Centrífuga International Clinical, modelo CL e tubos de centrífuga cônicos de 15 ml.

Colorímetro Spectronic 20, fabricação Bausch & Lomb, filtros nº 40 e 52.

Fotômetro de chama Beckman, modelo B.

Agitador mecânico de alta velocidade Hamilton Beach nº 33.

Agitador mecânico Lab-Line Super Mixer, fabricação Arthur H. Thomas Co., Filadélfia, Pensilvânia, Estados Unidos.

Estufa, banho-maria, chapa aquecedora e mufla.

3.1.3. Reativos

Dos reativos utilizados, merecem menção especial os seguintes:

- a. solução de acetato de sódio 1N, pH 5,0 (82g de NaOAc e 27 ml de HOAc glacial por litro, ajustado para pH 5,0 com NaOAc ou HOAc glacial).
- b. peróxido de hidrogênio a 30%.
- c. solução de citrato de sódio 0,3M.
- d. bicarbonato de sódio 1M.
- e. ditonito de sódio.

- f. solução de carbonato de sódio pH 9,5 (2g de Na_2CO_3 por 18 litros de água destilada).
- g. solução de nitrato de prata 0,1N.
- h. solução de cloreto de magnésio 1N.
- j. ácido clorídrico 1N, 0,1N e 0,05N.

3.2. Métodos

3.2.1. Dispersão das amostras de solo

Amostras de 30g de solo seco ao ar foram colocadas em boêmias de 600 ml, providos de tampas de vidro de relógio bem ajustadas. A seguir, adicionaram-se 300 ml da solução de acetato de sódio para a decomposição dos carbonatos, que foi efetuada primeiro sobre o balcão do laboratório e logo depois sobre uma chapa aquecedora, segundo as recomendações de JACKSON (1956). O líquido sobrenadante foi decantado e, finalmente, a amostra lavada duas vezes com a mesma solução.

À suspensão de solo livre de carbonatos, adicionaram-se 10 ml de peróxido de hidrogênio, deixando-se reagir por alguns minutos, após o que colocou-se o boêmia num banho-maria a 45-50°C. Decorridos 15 minutos, adicionou-se uma segunda porção de 10ml de peróxido de hidrogênio. Outros 10ml foram adicionados após novo intervalo de 15 minutos, tampando-se o boêmia com um vidro de relógio e conservando-o no banho-maria por 4 horas. O vidro de relógio foi retirado e a suspensão deixada a evaporar até uma pasta fina.

Após este tratamento o solo foi lavado três vezes com a solução de acetato de sódio.

À amostra de terra, livre de matéria orgânica e de sais solúveis, foram adicionados 40 ml da solução de citrato de sódio e 5 ml da de bicarbonato de sódio. A temperatura foi elevada a 80°C num

banho-maria, quando então se adicionou, por meio de uma colherzinha, um grama de ditionito de sódio sólido, agitando-se constantemente por um minuto, e depois outras vezes, de tempo em tempo, num total de 15 minutos. Ao final desse período de aquecimento, 10 ml de uma solução de NaCl a 5% foram adicionados para promover a floculação (AGUILERA & JACKSON, 1953; MEHRA & JACKSON, 1960). Após 24 horas o sobrenadante foi sifonado, repetindo-se toda a operação até que a amostra se apresentou branca ou cinza.

As amostras foram transferidas, com o auxílio de uma solução de carbonato de sódio a 2%, para copos de níquel de 500 ml. A solução foi agitada mecanicamente durante 5 minutos, num agitador de alta velocidade, transferida para boêmia de 600 ml e aquecida por 5 minutos. O líquido sobrenadante foi decantado. A amostra foi posta novamente em suspensão em água destilada, sob cujas condições se obteve uma suspensão estável, de aproximadamente pH 9,5 a 10 (JACKSON, 1956).

3.2.2. Separação da fração argila

Para facilitar as separações das frações mais finas, a fração areia total (partículas maiores que 50 μ) foi removida da suspensão do solo dispersado, por tamisagem por via úmida. Um tamis de 0,05 mm de malha, apoiado sobre um funil, foi montado num suporte de modo a receber o material de diâmetro inferior a 50 μ em uma proveta de 1000 ml.

O tempo de deposição necessário para que as partículas com diâmetro superior a 2 μ na proveta contendo a fração decantada ultrapassassem certa profundidade, foi calculado pela fórmula de Stokes (TEIXEIRA MENDES, 1972). Após o tempo (t) de sedimentação a fração argila foi sifonada para um balão de 6 litros. O sedimento remanescente na proveta foi posto novamente em suspensão, usando-se a solução de carbonato de sódio pH 9,5 e deixada em repouso, tornando-se a sifonar a fração argila após o tempo calculado. Este tratamento foi repetido até que o líquido sobrenadante permanecesse limpido.

3.2.3. Saturação do complexo trocável

Para a saturação com Mg^{+2} (JACKSON, 1956), transferiu-se uma alíquota da suspensão da fração argila, contendo aproximadamente 25 mg do material, para um tubo de centrífuga de 100 ml. A saturação de troca com Mg^{++} foi efetuada por lavagem da amostra três vezes com $MgCl_2$ 1N, sendo cada lavagem feita por centrifugação e decantação. O excesso de sais foi removido da amostra, lavando-se uma vez com metanol a 50%, uma vez com metanol a 95% e finalmente com acetona a 95%, até que o decantado desse teste negativo para cloreto com $AgNO_3$ 0,1N. Para a preparação de agregados orientados evitou-se secagem da amostra.

Para a saturação com K^+ (JACKSON, 1956), transferiu-se uma alíquota da suspensão de argila, contendo aproximadamente 25 mg de argila, para um tubo de centrífuga de 15 ml. Adicionou-se suficiente KCl 1N à suspensão para flocular a argila. Centrifugou-se e decantou-se o sobrenadante. A amostra foi lavada quatro vezes por centrifugação e decantação com KCl 1N para se completar a saturação da argila com K. O excesso de sais foi removido, lavando-se uma vez com metanol a 50%, uma vez com metanol a 95% e finalmente com acetona a 95%, até que o decantado desse teste negativo para cloreto com $AgNO_3$ 0,1N.

3.2.4. Montagem de agregados orientados

As lamínas foram preparadas segundo o método de HARWARD & THEISEN (1962), o qual consiste em distribuir, uniformemente, sobre uma lamina de vidro (2,6 x 4,6 cm), certa quantidade de pasta de argila, de modo a formar uma camada bem fina do material para se conseguir uma orientação preferencial. Para isso usou-se uma espátula.

3.2.5. Solvatação com etileno-glicol

Para a solvatação, lamínas de argila Mg-saturada foram secas na presença de etileno-glicol, em um dessecador onde se fez vácuo, à temperatura ambiente durante 24 horas.

3.2.6. Análise das amostras por difração dos raios X

As amostras de argila preparadas para análise foram examinadas visando-se uma identificação e diferenciação mais eficiente das espécies, na seguinte ordem:

- a. amostra Mg-saturada solvatada com etileno glicol;
- b. amostra K-saturada seca ao ar; e
- c. amostra K-saturada aquecida (350°C e 550°C).

As amostras foram colocadas no porta-amostra do aparelho de difração dos raios X e o goniômetro ajustado para iniciar a varredura. O limite superior para 2θ foi de 30°. A velocidade de varredura foi de 2°/min, velocidade do papel 12 mm/min, fendas 1°, radiação Cu/Ni, 35 kV, 20 mA, Geiger-1500 V.

Os ângulos de difração foram determinados diretamente em termos de 2θ . Os espaçamentos de difração correspondentes foram determinados usando-se tabelas de conversão direta (Tables of Interplanar spacings for angle 2θ , General Electric, X-Ray Department).

A identificação dos filossilicatos nas amostras de argila foi feita, comparando-se os máximos de difração obtidos por amostra Mg-saturada, K-saturada e solvatada com etileno glicol, aqueles tabelados para minerais padrões (WARSHAW & ROY, 1963). Para a identificação de outras espécies, fez-se, quando necessário, uso das tabelas apresentadas por BROWN (1961).

3.2.7. Análise quantitativa dos minerais de argila

A determinação do material amorfo foi efetuada pelo método da análise de dissolução seletiva, descrito por ALEXIADES & JACKSON (1965). Optou-se pelo emprego de KOH 0,5N para dissolver a sílica e a alumina amorfas. O total de material amorfo foi calculado pela adição arbitrária de 21% de água à sílica + alumina, após subtração da parte devida à gibbsita (CARVALHO, 1970). O silício e o alumínio foram determinados colorimetricamente. Para o silício usou-se o método do ácido molíbdico amarelo (JACKSON, 1956) e para o alumi-

nio o método do aluminon de *HSU (1963)*.

A mica foi determinada por análise de dissolução da amostra em $\text{HF} - \text{H}_2\text{SO}_4$ e o potássio por fotometria de chama (*TEIXEIRA MENDES, 1970*). Computou-se um conteúdo de 8,29% de K (10% de K_2O) para micas dioctaédricas (*ALEXIADES & JACKSON, 1965*).

A determinação da gibbsita e da caolinita foi feita pelo método térmico-diferencial proposto por *DIXON (1966)*. A fração argila foi diluída na proporção de 1:5 com Al_2O_3 previamente calcinado a 950°C , em vez de asbesto como foi proposto pelo autor. A curva de calibração (figura 3) foi obtida utilizando-se caolinita e gibbsita padrões. A percentagem de caolinita ou de gibbsita foi calculada pela fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{gibbsita} \\ \text{ou} \\ \text{caolinita} \end{array} = \frac{\% \text{ caolinita ou gibbsita na curva}}{\% \text{ de argila na mistura com } \text{Al}_2\text{O}_3} \times 100$$

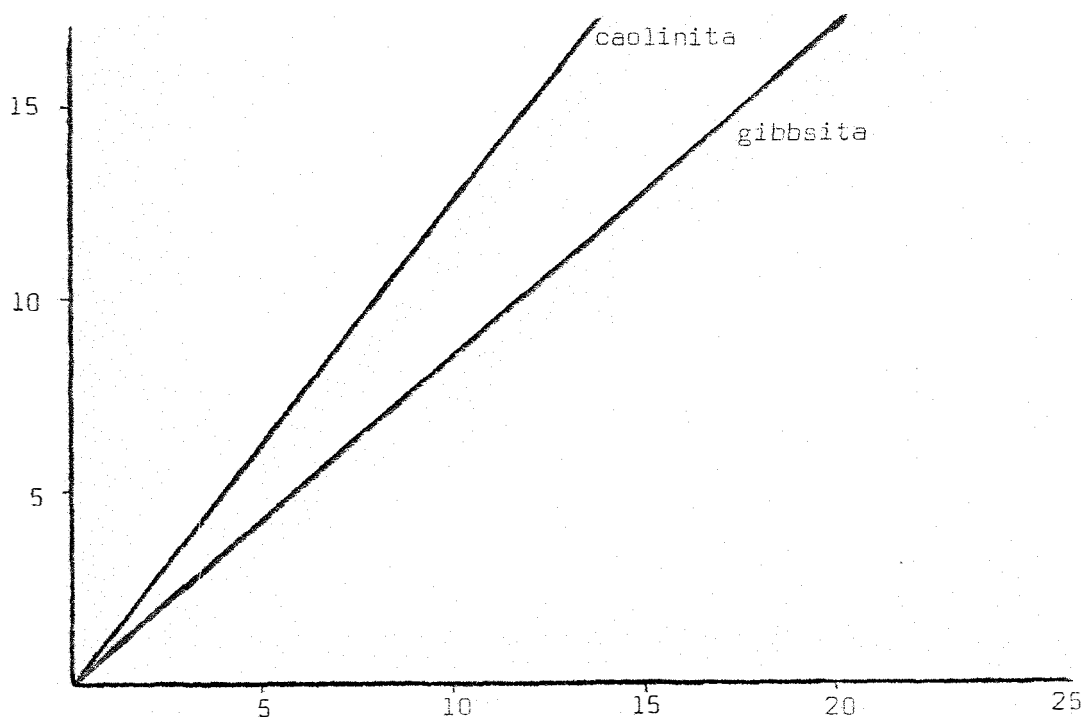


Figure 3 - Curva de calibração para caolinita e gibbsita por A.T.D.

4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA E DOS PERFIS DE SOLOS

4.1. Localização do Município

O município de Jaboticabal, onde se coletaram as amostras de solo para o presente estudo, localiza-se na porção centro-norte do Estado de São Paulo, no chamado Planalto Ocidental Paulista. As coordenadas geográficas da sede desse município são: 21^o15'22" de latitude sul e 48^o18'58" de longitude W.Gr..

A figura 4 mostra a posição do município em relação ao Estado de São Paulo.

4.2. Aspéctos geomorfológicos e os solos do Município de Jaboticabal

Embora compreendendo área da ordem de 100 000 km², portanto cerca de 2/5 da área total do Estado, o Planalto Ocidental tem sido muito pouco estudado quanto a sua geologia e geomorfologia (ALMEIDA, 1964). Compreende as regiões que se estendem para noroeste das cuestas basálticas, a partir de um ressalto topográfico que se destaca do reverso das cuestas internas.

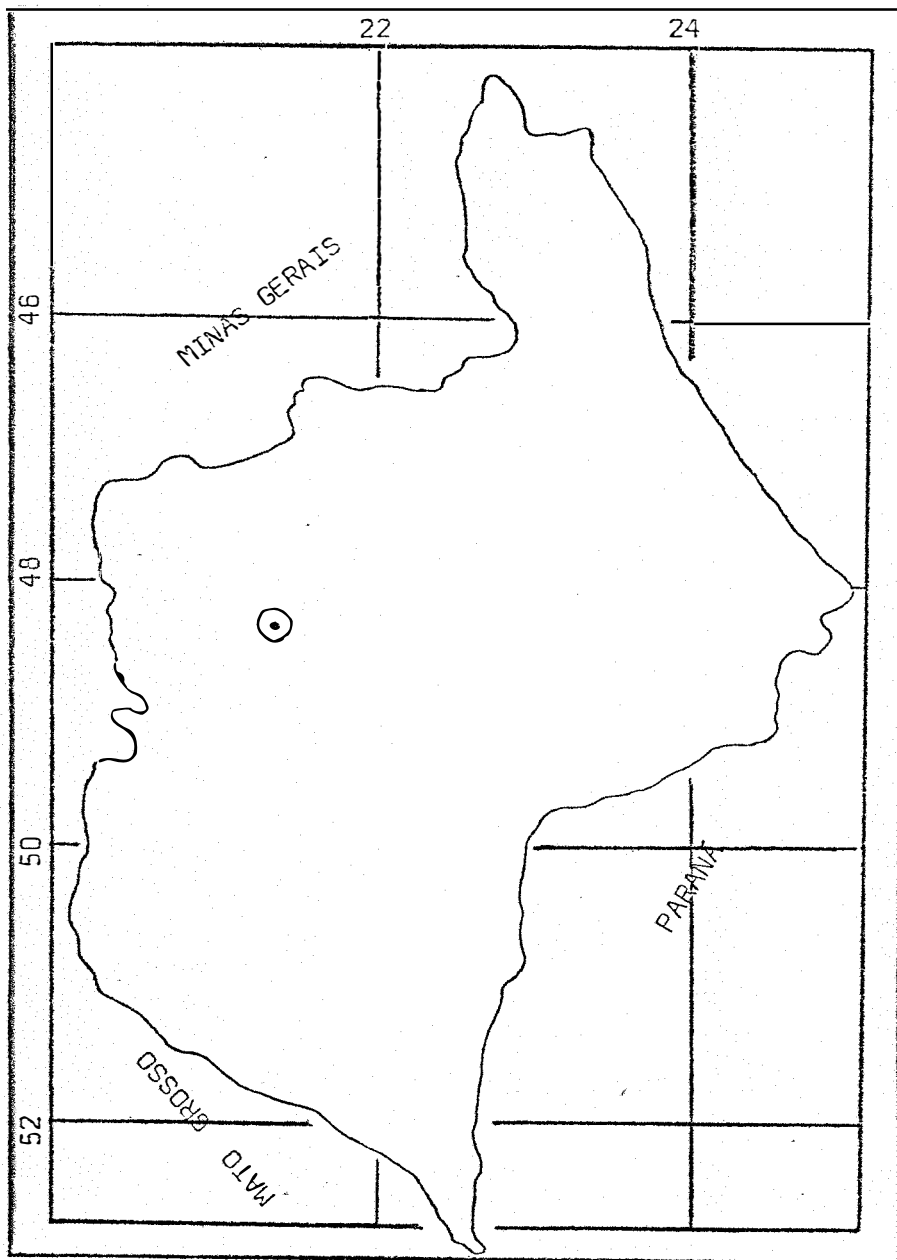


Figura 4 - Posição do Município de Jaboticabal em relação ao Estado de São Paulo.

A geologia dessa grande província é relativamente simples em seu conjunto, pois é quase inteiramente representada pelo Grupo Bauru. É esta uma sequência de camadas detríticas, na maior parte arenosas, alcançando espessura máxima da ordem de 300m, tanto no planalto de Garça quanto no de Morro Alto.

O Grupo Bauru jaz em descontinuidade (discordância erosiva) sobre o "trapp" basáltico da Formação Serra Geral do Grupo São Bento.

No antigo mapeamento do Grupo Bauru verifica-se que a lapa consistia em três formações distintas:

- a. Arenito Botucatu;
- b. Eruptivas Basálticas e
- c. Arenito Caiuá.

Pelos estudos de *FREITAS (1955)* foi verificado que o Arenito Botucatu não ocorre na lapa do Grupo Bauru.

Também não ocorre na lapa do Grupo Bauru, no Estado de São Paulo, o arenito Caiuá, salvo no pontal do Paranapanema onde *MEZZALIRA (1964)* afirma que nessa restrita área o Grupo Bauru parece repousar sobre a Formação Caiuá.

As secções geológicas, graças aos novos cortes das modernas rodovias que cruzam o planalto ocidental do Estado, mostram o Grupo Bauru repousando sobre o basalto.

O Grupo Bauru ocorre em todo o planalto noroeste do Estado de São Paulo, além do fronte das escarpas basálticas, segundo linha de contato com o "trapp" em uma direção E.W. quase da confluência do Paraná com o Paranapanema até Ribeirão Junior; deste ponto a linha de contato inflete mais ou menos N-S até quase Colômbia. Existem manchas isoladas nos altos das serras de Itaqueri, Cuscuzeiro, Morro Grande e planaltos de São Carlos e Franca.

No planalto de Jaboticabal distinguem-se duas áreas morfológicas distintas: as cuestas de Monte Alto e o planalto colinoso (*PEN^{TEADO} & RANZANI, 1971*).

O planalto colinoso, que se estende a norte e leste de Monte Alto, abrange quase todo o Município de Jaboticabal. As alturas oscilam de 500 a 630 metros. Esse relevo é trabalhado nas fácies friáveis do Arenito Bauru na base da cuesta de Monte Alto, estando a sua maior extensão a leste e nordeste esculpida no assoalho basáltico.

Na porção ocidental do Município de Jaboticabal, segundo os mesmos autores, o Arenito Bauru silicificado não ocorre, aflorando apenas a camada arenosa e argilosa friável. Essa camada constitui uma cobertura pouco espessa (20 ou 30 metros), que vai se adelgaçando ao norte e leste da cidade de Jaboticabal. À medida que o capeamento de Bauru é retirado, o assoalho basáltico se expõe. As rochas básicas começam a aflorar a partir do curso médio superior dos rios do Município.

Tanto na porção mais elevada do planalto como na região colinosa adjacente, ocorre um capeamento extensivo de material arenoso assentado sobre superfície de erosão assinalada por cascalheira de canga e quartzo. Esses depósitos recobrem indistintamente as várias fácies do arenito Bauru ou do basalto.

O material clástico constituinte desses depósitos é bastante variável, dependendo a sua natureza da posição em relação à fonte fornecedora, da sua situação topográfica, da idade e dos ciclos erosivos a que foi submetido. Os sedimentos arenosos que capeiam grandes extensões quase planas do reverso do Planalto de Monte Alto entre 670 e 700 metros, indicam contribuição das fácies arenosas e conglomeráticas do Bauru.

Já o material areno-argiloso avermelhado, que dá origem aos solos podzolizados, é mais recente que o anterior porque recobre os níveis de pedimentação mais baixa, quaternários, concordantes com a drenagem atual. Provavelmente a fonte de origem foi o Arenito Bauru, fácies argiloso, arenoso e conglomerático, com variável contribuição do basalto. Do ponto de vista mineralógico o material é

mais heterogêneo e menos pobre que o anterior.

Há que destacar o material coluvial originado essencialmente de basalto, depositado também sobre concreções limoníticas. Esses depósitos ora se assentam sobre o assoalho basáltico despojado de seu antigo manto de decomposição, ora sobre restos de paleossolos cujos horizontes superiores foram decapitados pela fase erosiva agressiva que pavimentou as encostas com as cascalheiras. Tais eventos são confirmados pela ocorrência de Latossol Roxo autóctone e pelo Latossol Roxo distrófico.

Ao sul e oeste da cidade de Jaboticabal, à medida que o relevo longo e muito uniforme demanda cotas mais baixas, a textura arenosa mais e mais se acentua, progredindo para a definição de Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa; nas encostas de baixada, as rampas coluviais são apresentadas por solos podzolizados fracos.

Para norte, rumo a Lusitânia, a superfície de Jaboticabal secciona materiais provenientes da intemperização do basalto. As rampas de colúvio dessa área são representadas por intemperização do basalto. Nas posições mais baixas ocorrem a Terra Roxa Estruturada e o Latossol do basalto. Esse é o quadro edafológico dos bairros Lusitânia, Vila Nova e de toda a região do médio ribeirão Santa Rita, a noroeste do Município.

No baixo curso dos córregos Santa Rita, Palmital, Jaboticabal, Anhumas e Córrego Rico, em cota de 510 a 560 metros, os solos são representados pelo Latossol Roxo, Latossol Vermelho Escuro Orto e as rampas de colúvio, restringindo as exposições deste, exibem um Latossol Roxo distrófico e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa.

4.3. Clima

O clima da região é classificado, de acordo com o sistema de Koppen (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*), como sendo do tipo Cwa, ou seja, mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa

22^oC. O total das chuvas do mês mais seco não vai além de 30 mm e o índice pluviométrico deste tipo climático varia entre 1100 e 1700 mm.

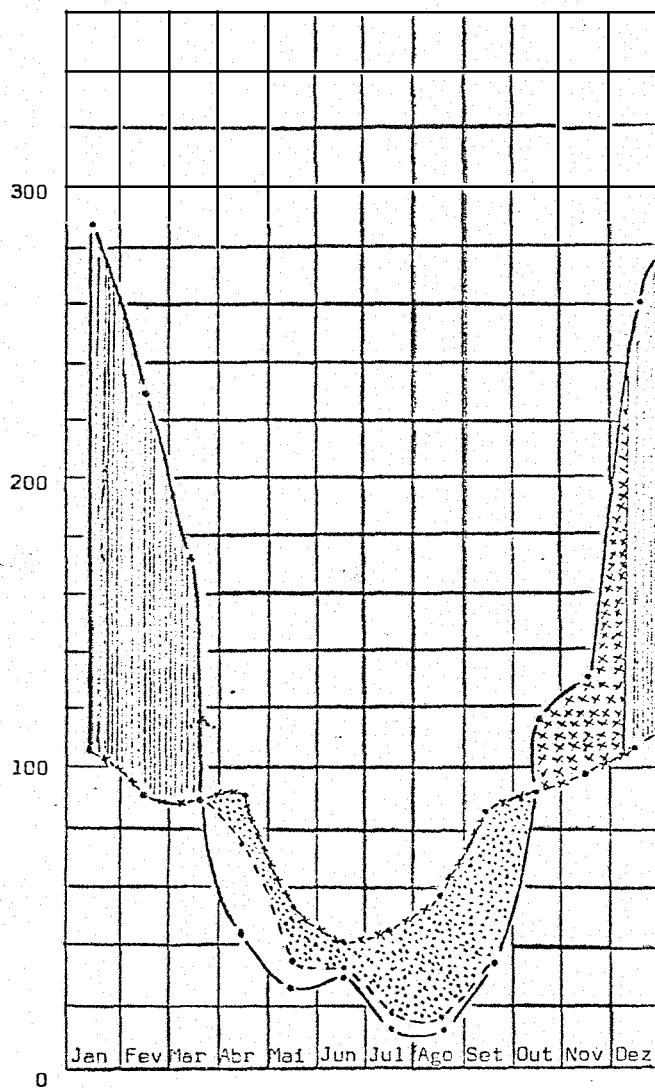
Trata-se de um clima subtropical úmido, com estiagem no inverno, quando as chuvas do mês mais seco atingem, em média, 13,92 mm e a temperatura média do mês mais quente é superior a 21^oC, em contraposição àquela do mês mais frio, inferior a 16^oC.

4.4. Balanço Hídrico

O balanço hídrico das séries do solo Santa Tereza, Jaboticabal e Várzea, efetuado por *ALOISI & MELLO (1971)* de acordo com Thornthwaite, está apresentado nos diagramas das figuras 5 e 6. Observa-se pela figura 5 que durante os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e parte de março os perfis de solos representativos das séries Santa Tereza e Jaboticabal, apresentam um bom armazenamento de água, acusando deficiências nos meses de abril até parte de outubro. Considerando-se os resultados apresentados pela figura 6 pode-se notar que os perfis da série Várzea têm um bom armazenamento de água nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, parte de março e outubro, em contraposição com as deficiências apresentadas de abril a setembro.

4.5. Vegetação

A cobertura vegetal das terras de Jaboticabal (*COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960*) ao que tudo indica, pertencem ao subtipo floresta latifoliada tropical. Atualmente os solos dessa região encontram-se cultivados de maneira intensiva com culturas de cana-de-açúcar, café e cereais.



LEGENDA:-	
— Precipitação	água excedente
-x- Evapotranspiração potencial	água retirada
- - - Evapotranspiração real	deficiência
	água reposta

Figura 5 - Balanço hídrico dos perfis representativos das Séries Santa Tereza e Jaboticabal (ALOISI & MELLO, 1971).

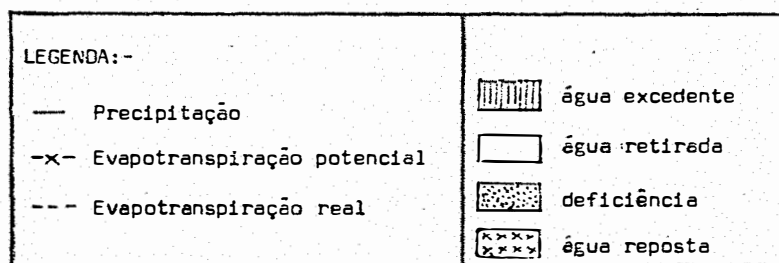
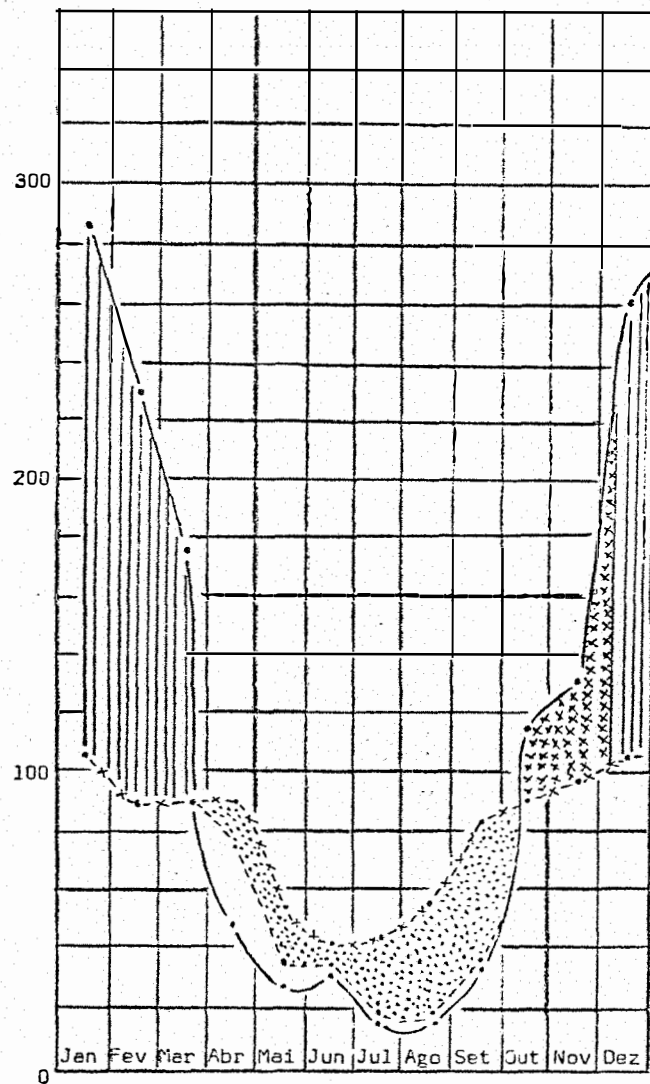


Figura 6 - Balanço hídrico do perfil representativo da série Varzea (ALOISI & MELLO, 1971).

4.6. Descrição dos perfis de solos

Algumas características morfológicas dos Perfis P₁ e P₇ (Série Santa Tereza) estão apresentadas no Quadro 2. Situam-se estes em um relevo normal e suavemente ondulado, com 2% de declividade. A drenagem varia de boa a excessiva, tendo gramíneas como cobertura vegetal.

Algumas características morfológicas dos perfis P₃ e P₅ (Série Jaboticabal) estão apresentadas no Quadro 3. O perfil P₃ situa-se em relevo normal a suavemente ondulado, com 15% de declividade. A drenagem do solo é boa, e as gramíneas são a cobertura vegetal. O perfil P₅ também está situado em um relevo normal a suavemente ondulado, com 8% de declividade. A drenagem do solo é boa e a cultura de feijão é a atual cobertura vegetal.

Algumas características morfológicas do perfil P₈ (Série Varzea) estão apresentadas no Quadro 4. O relevo varia de normal a suavemente ondulado e apresenta 15% de declividade. A altitude é de 640 metros. A drenagem do solo é boa e sua cobertura vegetal, gramíneas.

QUADRO 2: - Características morfológicas dos perfis da Série Santa Tereza (ALOISI & DEMATTÊ, 1974).

HORIZONTES	PROFUNDIDADES cm	COR ÚMIDA	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA ÚMIDA
<u>PERFIL P₁</u>					
A _p	0- 30	2,5YR 3/4	bra	gr.e bl.,gde,mod.	friável
B ₂₁	30- 70	10 R 3/4	bra	gr.e bl.,md.fr.	friável
B ₂₂	70-110	10 R 3/4	bra	gr.e bl.,md.fr.	friável
B ₂₃	110-170(+)	2,5YR 3/4	bra	gr.,peq. md.	friável
<u>PERFIL P₇</u>					
A _p	0-15	10 R 3/4	bra	pr.e ang., peq.mod.	friável
B ₂₁	15-57,5	2,5YR 3/4	bra	pr.e bl., md., mod.	friável
B ₂₂	57,5-105	10 R 3/4	bra	pr.e bl., md., mod.	friável
B ₂₃	105-185(+)	2,5YR 3/4	bra	gr.mac., peq., fr. m.	friável

bra=barro argilo arenosa; gr=granular; bl=blocos; pr=prismática;gde=grande; mod=moderada; md=média; fr=fraca; peq=pequena; mac=maciça; ang=angular.

QUADRO 3: - Características morfológicas dos perfis da Série Jaboticabal (ALOISI & DEMATTE, 1974).

HORI- ZONTES	PROFUN- DIDADES cm	COR ÚMIDA	TEX- TURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA ÚMIDA
<u>PERFIL P₃</u>					
A _p	0-22,5	2,5YR 3/4	r. bl.subang.,md.mod.		m.friável
21	22,5-57,5	10 R 3/3	r. bl.subang.,md.mod.		friável
B ₂₂	57,5-120	10 R 3/3	br. bl.subang.peq.md.fr.		m.friável
23	120-175(+)	10 R 3/3	br. bl.subang.peq.m.fr.		m.friável
<u>PERFIL P₅</u>					
A _p	0-22,5	10 R 3/3	br. gr.e bl.peq.mod.		friável
21	22,5-62,5	10 R 3/4	r. pr.md., mod.		friável
B ₂₂	62,5-155	10 R 3/4	r. pr. m.peq.fr.,por.		m.friável
B ₂₃	115-167,5(+)	10 R 3/3	br. mac.por.m.peq.m.fr.		m.friável

QUADRO 4: - Características morfológicas do perfil da Série Várzea (ALOISI & DEMATTE, 1974).

HORI- ZONTES	PROFUN- DIDADES cm	COR ÚMIDA	TEX- TURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA ÚMIDA
<u>PERFIL P₈</u>					
A _p	0-15	2,5YR 3/4	br. pr. e ang.,peq.for.		m.friável
B ₂	15-55	2,5YR 3/4	br. pr. e ang.,peq.for.		friável

por=porosa; subang=subangular; for=forte; ba=barro arenosa; r=argila; br=barro argiloso; m=muito; bl=blocos; md=média; mod=moderada; fr = fraca; peq=pequena; gr=granular; pr=prismática.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Unicamente para facilidade de exposição e discussão dos resultados, o presente capítulo foi subdividido em três itens: o primeiro apresenta os dados analíticos dos perfis P_1 e P_7 (Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa), o segundo os dos Perfis P_3 e P_5 (Latossol Roxo) e, finalmente, o terceiro os dados do Perfil P_8 (Terra Roxa Estruturada).

5.1. Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

A interpretação qualitativa foi feita através das medidas dos espaçamentos de difração d/n e da comparação com os espaçamentos padrões, tabelados para os minerais de argila. A medida dos espaçamentos basais sobre um registro gráfico fornece, segundo *JACKSON (1956)*, maior segurança na identificação, particularmente quando ocorrem um ou dois máximos de difração característicos. As figuras 7, 8, 9 e 10 são reproduções dos registros gráficos obtidos.

O mineral de argila predominante do perfil P_1 foi a caolinita. A ocorrência pôde ser deduzida dos difratogramas apresentados na figura 8, onde os picos a $7,2 \text{ \AA}$ e $3,5 \text{ \AA}$ que o caracterizaram, foram eliminados em tratamento por aquecimento a 550°C e se conserva-

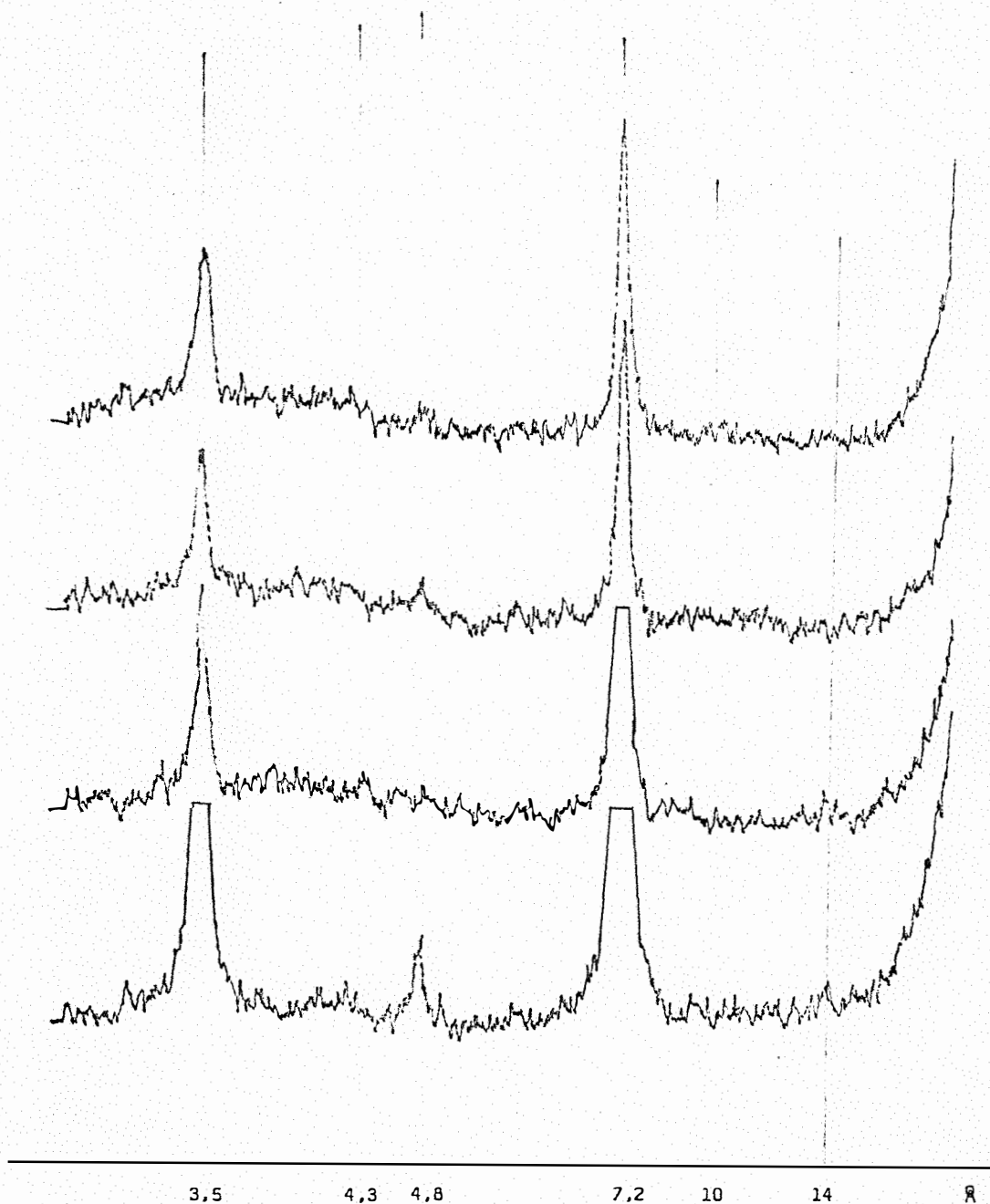


Figura 7 - Difratoqramas da fração argila, horizontes Ap, B₂₁, B₂₂ e B₂₃; Perfil P₁ (amostras K-saturadas).

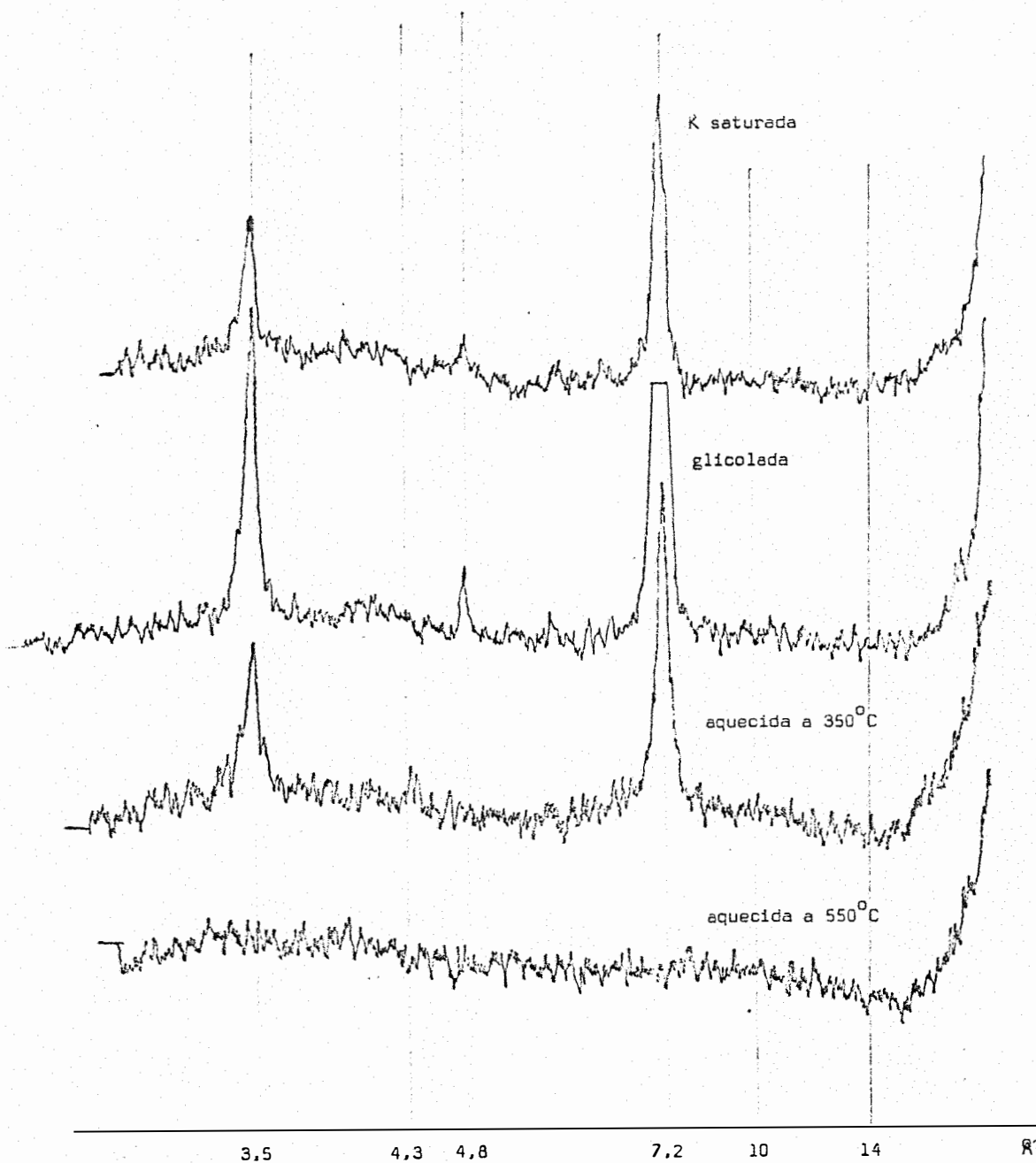


Figure 8 - Difratogramas da fração argila, horizonte B₂₁, Perfil P₁.

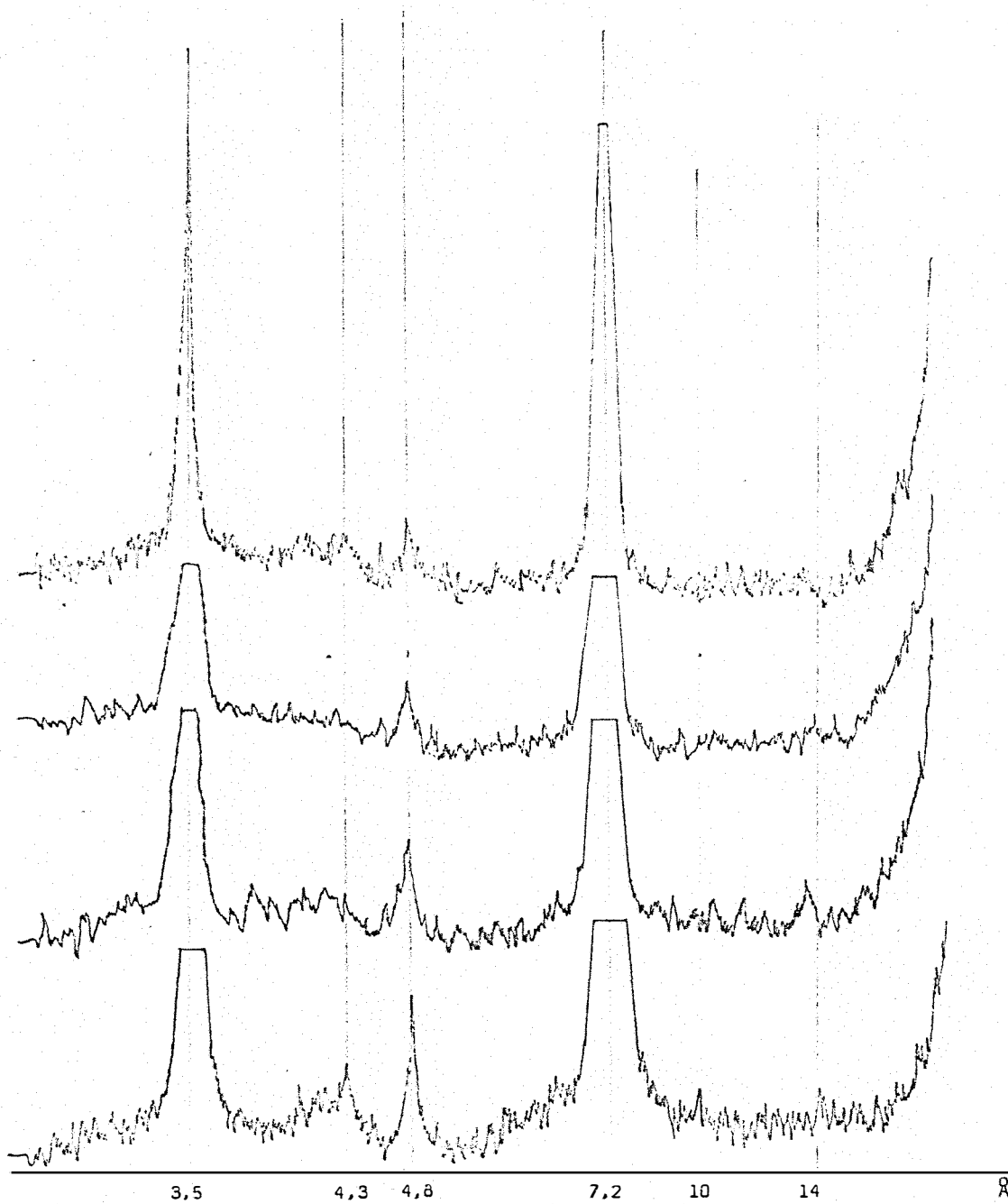


Figura 9 - Difratoqramas da fração argila, horizontes A_p, B₂₁, B₂₂, B₂₃; Perfil P₇ (amostra K-saturada).

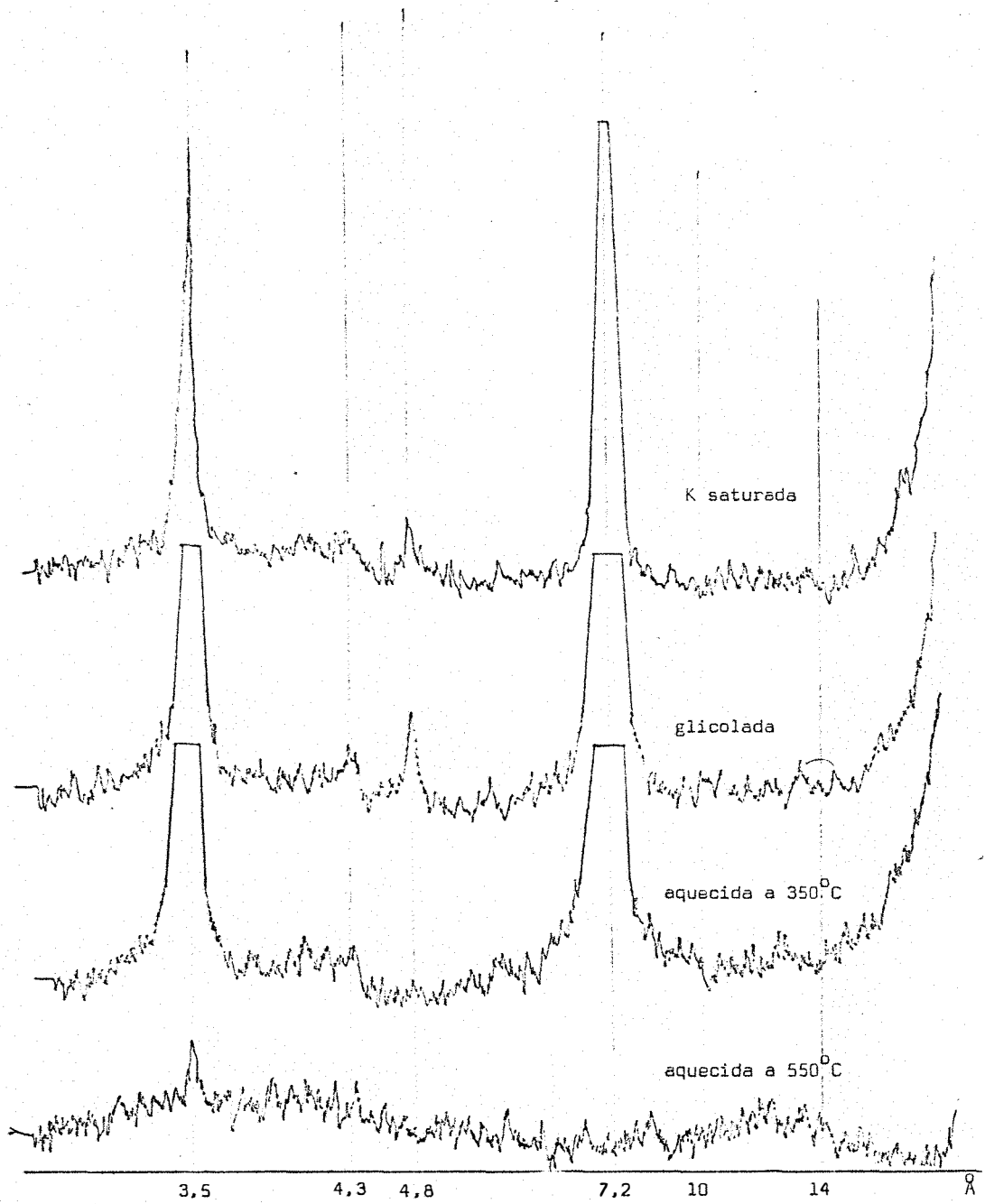


Figura 10 - Difratoograma da fração argila, horizonte B₂₁, Perfil P₇.

ram inalterados por tratamento de solvatação como etileno glicol.

A ausência de um pico a $7,2 \text{ \AA}$ nos difratogramas, após o tratamento da amostra por aquecimento a 550°C , eliminou a possibilidade de ocorrência de cloritas.

As presenças de mica (ilita) e vermiculita também não foram observadas nos difratogramas.

Um pico a $4,85 \text{ \AA}$ nos difratogramas de amostras K-saturadas e a eliminação do mesmo quando feitos tratamentos por aquecimento a 350°C , indicaram a presença de gibbsita.

A interpretação qualitativa pode também ser realizada por comparação dos termogramas diferenciais obtidos com curvas ATD publicadas e, pelas temperaturas endotérmicas e exotérmicas características (JACKSON, 1956).

As curvas térmicas-diferenciais representadas nas figuras 11 e 12 apresentam picos endotérmicos ao redor de $580\text{-}590^{\circ}\text{C}$. Este pico endotérmico está associado com a expulsão de água da rede cristalina e é apresentado por todos os membros da família do caolim, com exceção da alofana. A importância deste pico para fins diagnósticos, está na dependência de sua temperatura, simetria e amplitude.

Segundo *HOLDRIDGE & VAUGHAN (1957)* e *KERR, KULP & HAMILTON (1949)*, com o incremento de temperatura padrão de $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$, o pico para a caolinita ocorre a cerca de 610°C , enquanto que o efeito endotérmico da halloysita alcança seu máximo a cerca de 570°C . Nos termogramas diferenciais apresentados nas figuras 11 e 12, os picos endotérmicos situados a $580\text{-}590^{\circ}\text{C}$ sugeriram a possível ocorrência de halloysita em mistura com a caolinita.

Segundo os mesmos autores, a maioria dos membros do grupo do caolim apresenta seu principal pico endotérmico com formas características. O pico da caolinita é aproximadamente simétrico, enquanto que o pico da halloysita apresenta-se, frequentemente, assimétrica com o lado da temperatura mais elevada aproximando-se da posição vertical. Esta assimetria característica para o principal pico en-

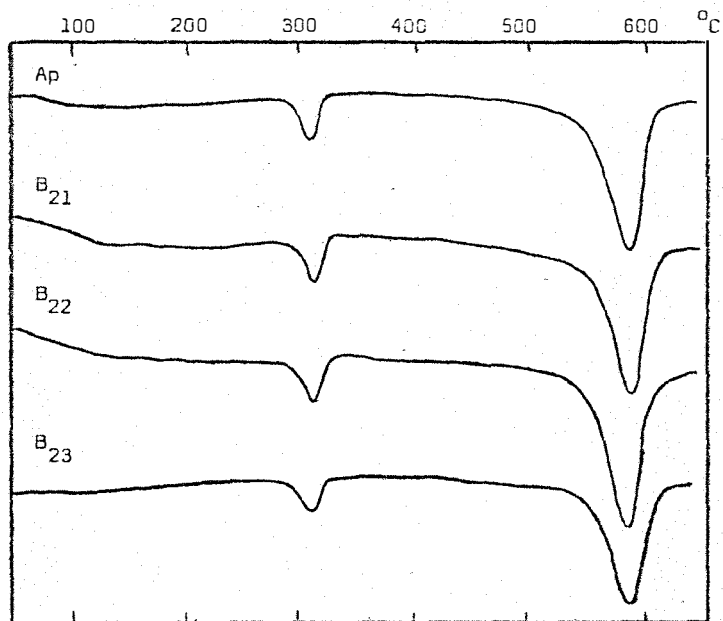


Figura 11 - Termogramas do perfil P₁ : horizontes Ap, B₂₁
B₂₂ e B₂₃.

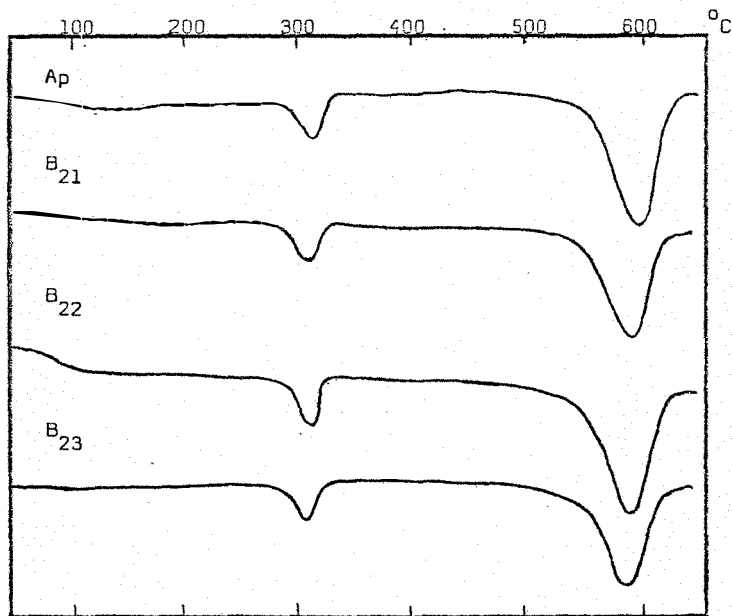


Figura 12 - Termogramas do perfil P₇ : horizontes Ap, B₂₁
B₂₂ e B₂₃

dotérmico da halloysita foi observada nos termogramas diferenciais das figuras 11 e 12.

SAND & ORMSBY (1954), fizeram determinações de capacidade de troca de bases em uma série de caolinitas e halloysitas padrões. Segundo os autores, a capacidade de troca de bases é de cerca de 4 emg/100 g para as caolinitas e de 12 emg/100 g para as halloysitas. Embora a diferença entre a capacidade de troca da caolinita e da halloysita encontrada por esses autores não tenha sido tão grande quanto outras registradas na literatura, não houve superposição de valores em nenhum de seus resultados. *ALOISI & DEMATTÊ (1974)* encontraram para todas as amostras dos perfis estudados, valores altos demais comparados aos valores obtidos por Sand e Ormsby. A comparação desses valores também sugere a possível ocorrência de halloysita em mistura com a caolinita.

Considerando-se que apenas um desses minerais estivesse presente na argila, não haveria muita dificuldade em distingui-los. Quando caolinita e halloysita ocorrem juntas, o problema torna-se difícil. Ao se examinar os difratogramas, a caolinita certamente será observada, ao passo que a halloysita não.

Nas interpretações qualitativas de minerais de argila, o emprego de recursos como difração de raios-X, análise térmica diferencial e análise química, podem sugerir a ocorrência de diferentes tipos de minerais dentro de um mesmo grupo, como é o caso da caolinita e halloysita. A constatação final só pode ser feita pela morfologia, através da microscopia eletrônica.

A figura 13 comprova a ocorrência de formas tubulares, características da halloysita.

Nos dados mineralógicos do perfil P₁ apresentados no quadro 5, as análises quantitativas, pelo método de *DIXON (1966)*, revelaram ser de 71% o teor constante da caolinita para todos os horizontes do perfil e de 9 a 10% o teor em gibbsita.

A ocorrência de material amorfo, determinado quantitativa-

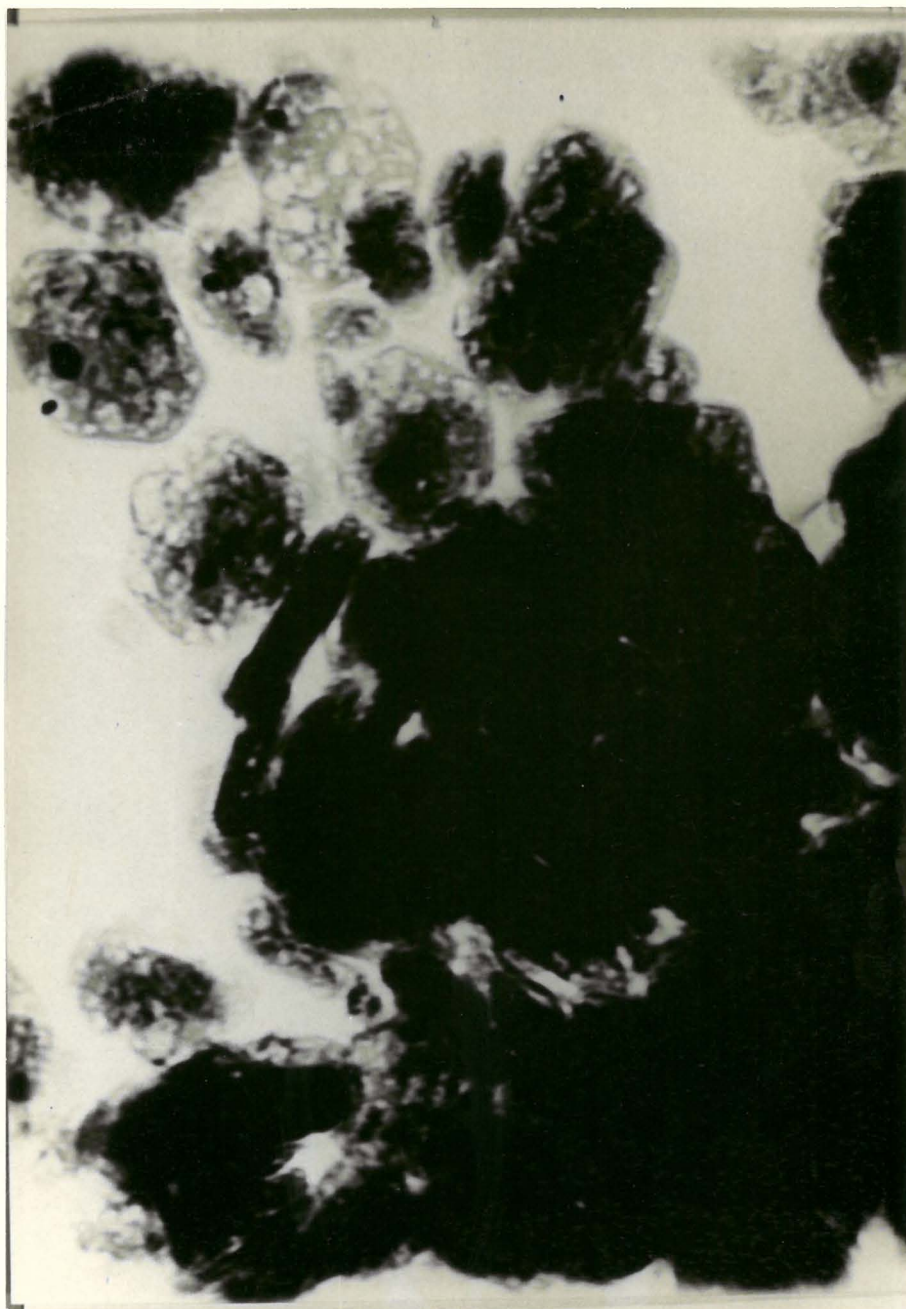


Figura 13 - Micrografia eletrônica do P₁.

mente por análises químicas segundo o método de solução seletiva de *ALEXIADES & JACKSON (1966)*, apresentou valores praticamente constantes, ao redor de 20% (mínimo de 14,4 e máximo de 20,6%).

Embora os difratogramas não tenham revelado a presença de mica, constatou-se, por métodos químicos (*JACKSON, 1953*) valores inferiores a 1% (quadro 5) exceção feita ao horizonte Ap com 1,4%.

Os dados mineralógicos obtidos para o Perfil P₇ (Quadro 5) foram semelhantes aos do Perfil P₁.

VERDADE (1967a, 1967b) descreveu perfis de Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, nos Municípios de Sud Mennucci e Itapura, Estado de São Paulo. *MONIZ & CARVALHO (1969)* efetuaram o estudo mineralógico desses latossóis e concluíram: o mineral dominante é a caolinita com intervalo de variação entre 80 e 90%; a seguir vem o material amorfo com o valor de 10,3 a 15,3%; os teores de mica são baixos, variando de 0,7 a 3%; ausência de vermiculita. Os resultados desses solos são muito semelhantes aos aqui encontrados.

5.2. Latossol Roxo

Os dados mineralógicos dos perfis P₃ e P₅ estão apresentados no quadro 6. Estes perfis apresentaram um teor de caolinita bem inferior aos do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, cujos teores estavam ao redor de 45% para o perfil P₃ e de 49% para o P₅. Os teores de gibbsita, girando ao redor de 37% para o P₃ e 29% para o P₅, mostram-se relativamente elevados quando comparados aos do fase arenosa. Caolinita e gibbsita reunidas perfizeram normalmente mais de 80% da fração argila.

O reconhecimento da caolinita e gibbsita foi feito por difração dos raios-X e a determinação quantitativa por análise térmica diferencial, obedecendo-se os mesmos critérios que para os perfis P₁ e P₇, atrás descritos. Seus difratogramas são apresentados nas figuras 14, 15, 16 e 17 e os termogramas nas figuras 18 e 19.

Um pico endotérmico assimétrico e abaixo de 610^oC, sugeriu

QUADRO 5 - Mineralogia da fração argila dos perfis de Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (Série Santa Terezi-
nha

HORIZONTES	ANÁLISE MINERALÓGICA			EM %	
	C	G	A	M	V
			<u>PERFIL P₁</u>		
A _p	76,0	7,5	14,4	1,4	0,7
B ₂₁	74,5	8,0	18,5	0,7	0,0
B ₂₂	77,0	8,6	18,7	0,7	0,0
B ₂₃	66,5	7,7	20,6	0,7	4,5
			<u>PERFIL P₇</u>		
A _p	76,5	7,0	15,0	0,7	0,8
B ₂₁	71,4	7,0	19,7	0,9	1,0
B ₂₂	74,5	7,2	20,6	0,9	0,0
B ₂₃	70,1	9,3	19,2	0,9	0,5

QUADRO 6 - Mineralogia da fração argila dos perfis de Latossol Roxo (Série Jaboticabal).

HORIZONTES	ANÁLISE MINERALÓGICA			EM %	
	C	G	A	M	V
			<u>PERFIL P₃</u>		
A _p	45,2	35,5	23,1	0,5	0,0
B ₂₁	45,5	38,0	23,9	0,7	0,0
B ₂₂	44,5	37,5	24,7	0,5	0,0
B ₂₃	43,5	37,0	25,2	0,5	0,0
			<u>PERFIL P₅</u>		
A _p	47,6	28,8	22,9	0,7	0,0
B ₂₁	48,6	30,0	21,8	0,5	0,0
B ₂₂	50,5	28,5	22,9	0,5	0,0
B ₂₃	49,7	29,0	21,4	0,5	0,0

C = caolinita; G = gibbsita; A = material amorfo; M = mica e
V = vermiculita

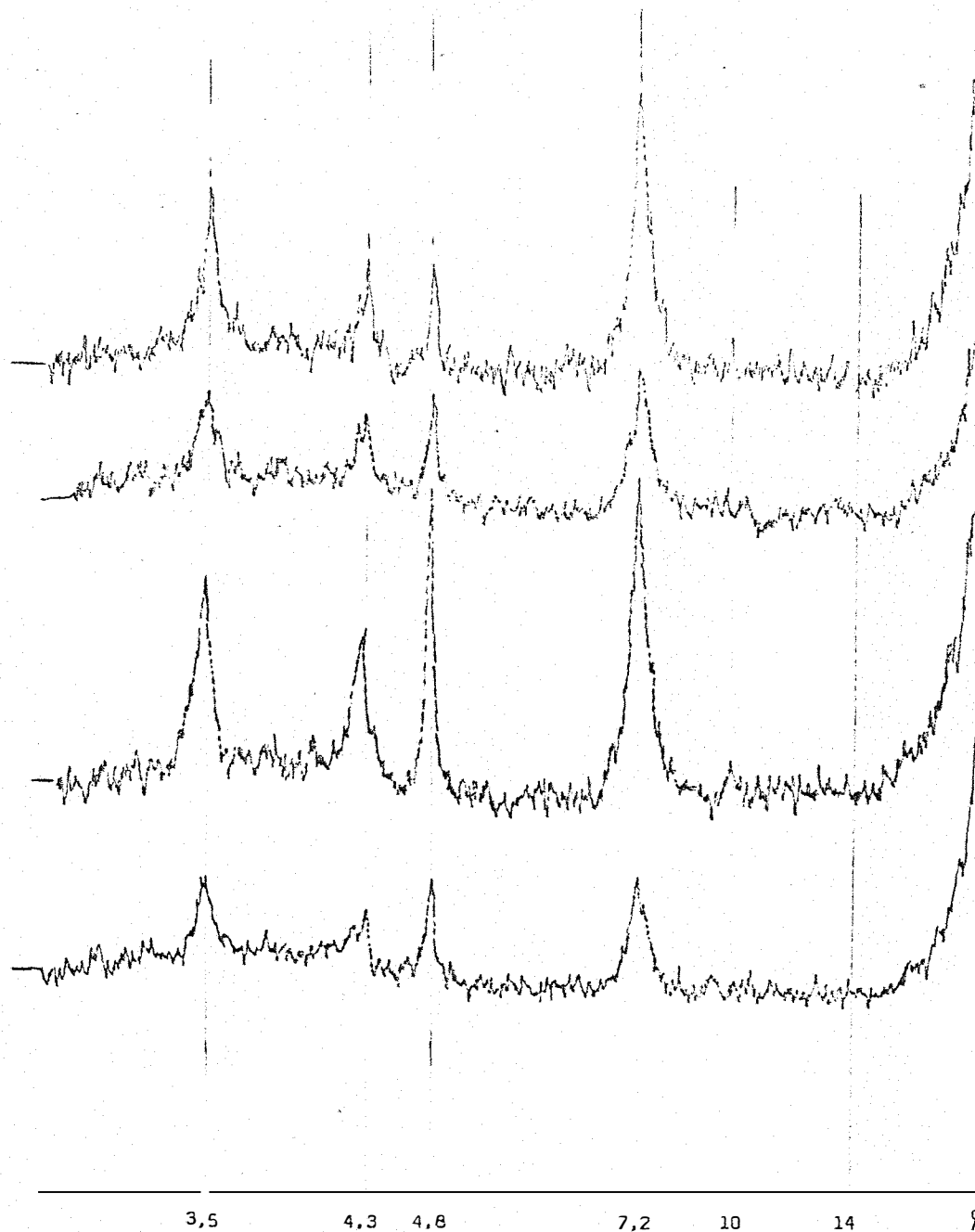


Figura 14 - Difratogramas da fração argila; horizontes A_p, B₂₁, B₂₂ e B₂₃, Perfil P₃ (amostras K saturadas).

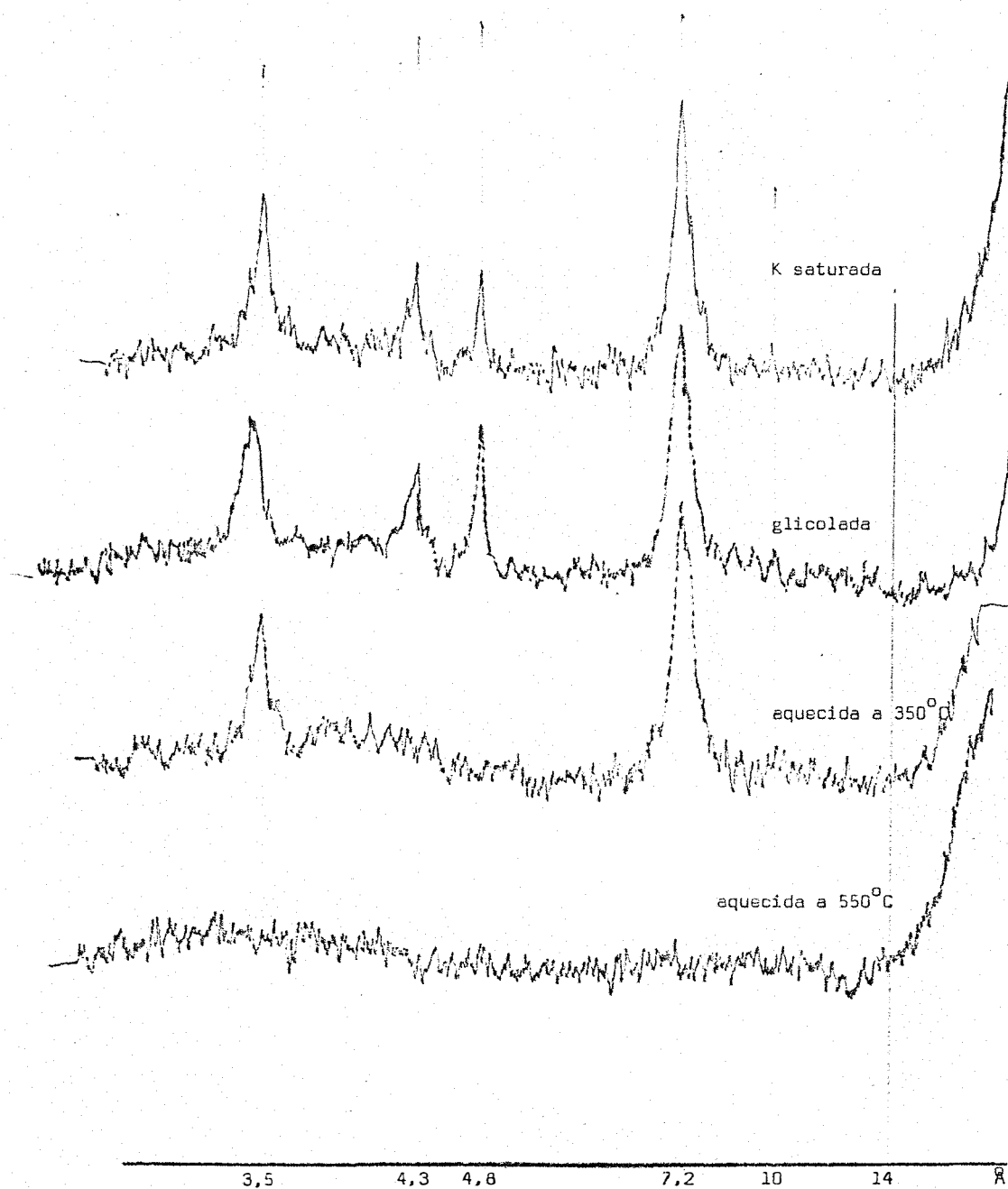


Figura 15 - Difratoogramas da fração argila; horizonte A_p; Perfil P₃.

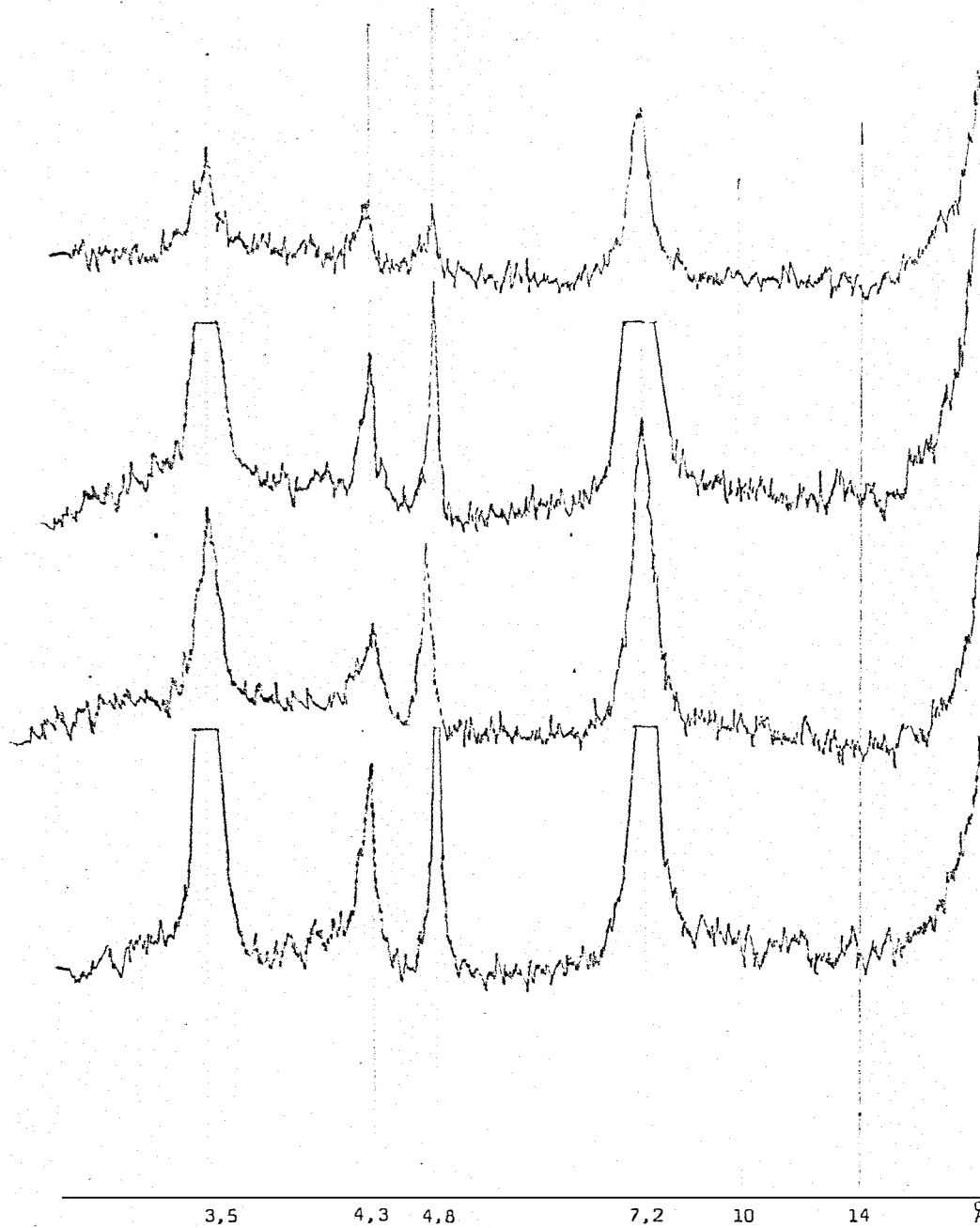


Figura 16 - Difratogramas da fração argila, horizontes A_p, B₂₁, B₂₂ e B₂₃; Perfil P₅ (amostras K saturadas)

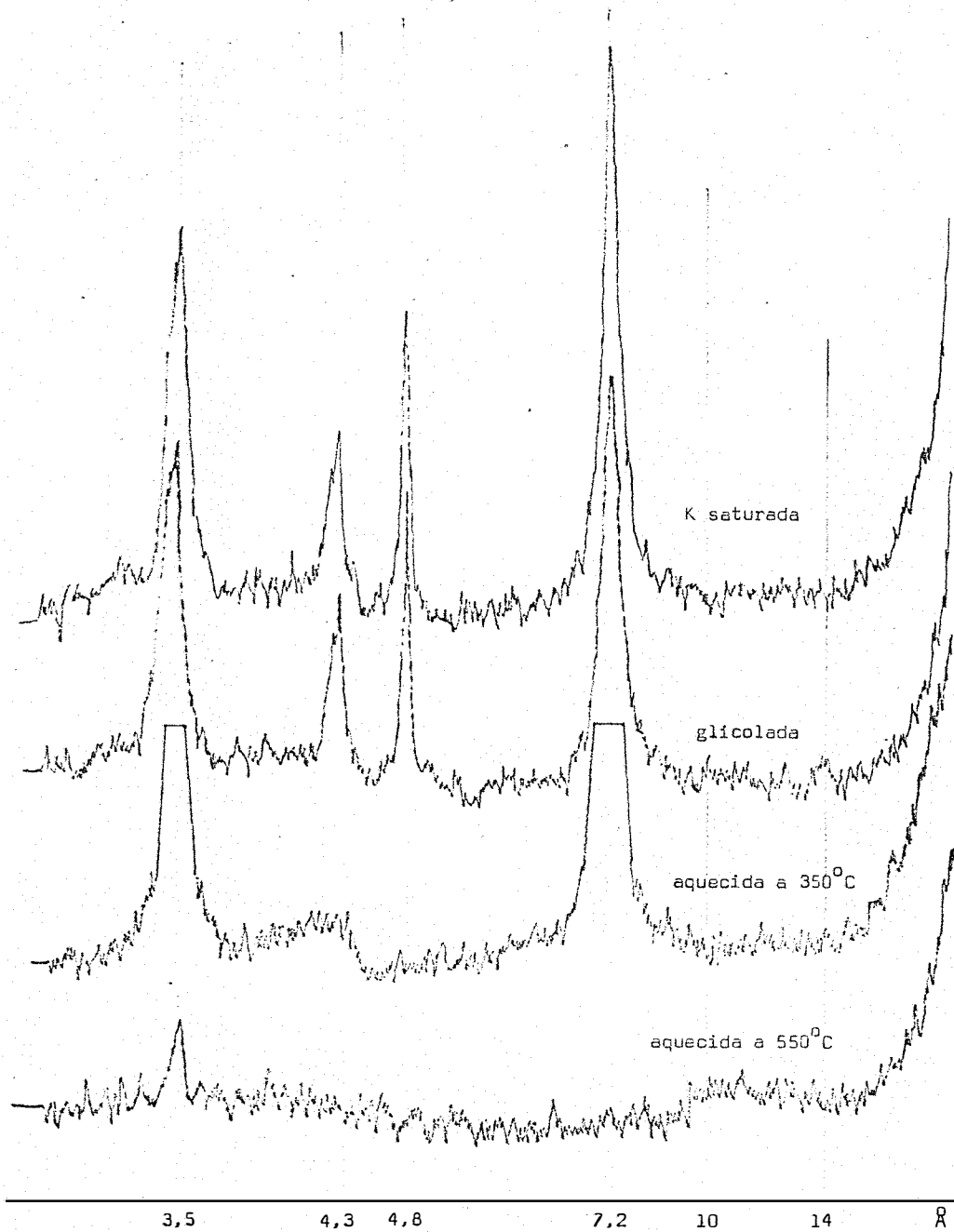


Figura 17 - Difratogramas da fração argila, horizonte B₂₃, Perfil P₅.

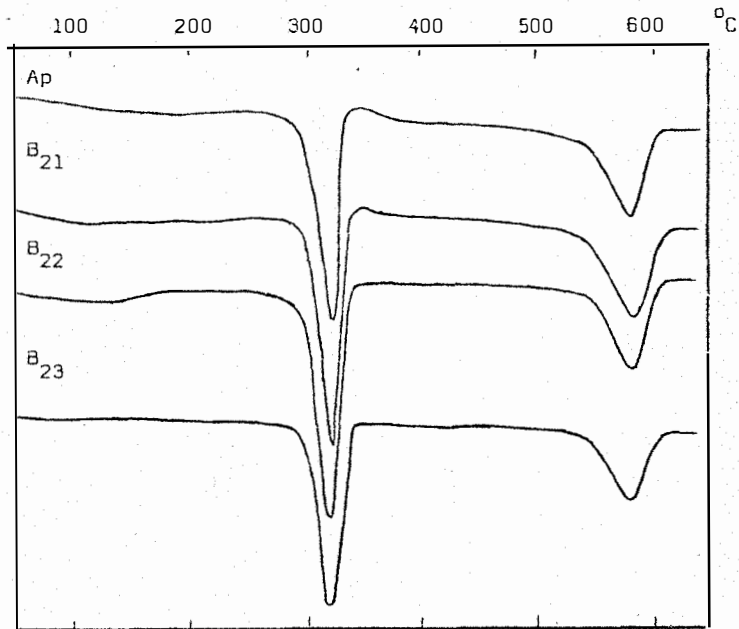


Figura 18 - Termogramas do Perfil P₃: horizontes Ap, B₂₁, B₂₂ e B₂₃

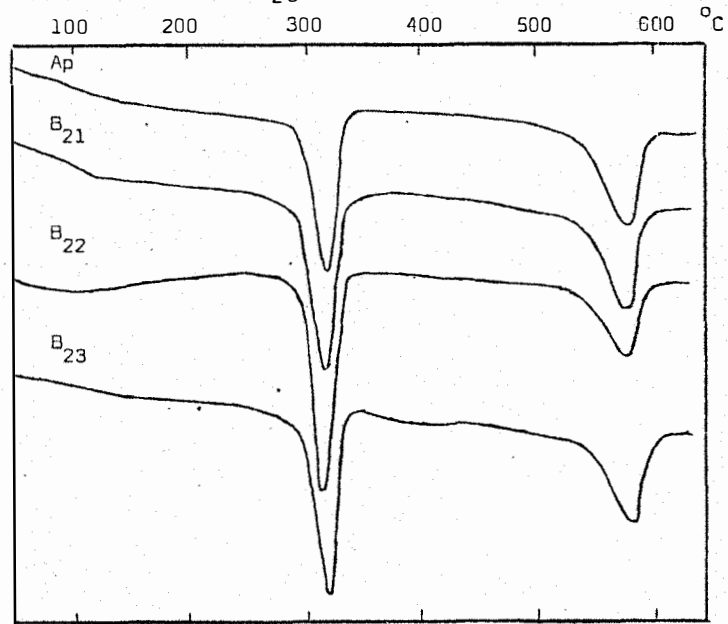


Figura 19 - Termograma do Perfil P₅: horizontes Ap, B₂₁, B₂₂ e B₂₃

a possível ocorrência de halloysita, confirmada por microscopia eletrônica. As micrografias eletrônicas estão apresentadas nas figuras 20 e 21.

No perfil P₅ o teor em material amorfo girou ao redor de 25%, enquanto que no P₃ este mostrou-se menos abundante, estando seus teores em torno de 22%.

A mica foi sempre inferior a 1%.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por *BACHELIER (1957)* nos solos "Brun-Rouge", no Cameroun, e cuja descrição corresponde à do Latossol Roxo. Estes solos, segundo o autor, apresentam aproximadamente 50% de caolinita e 25% de hidróxido de alumínio.

Os teores de caolinita e gibbsita encontrados para o P₃ e P₅ da série Jaboticabal e pertencentes ao grande grupo Latossol Roxo, coincidem com as afirmações de *MELFI et al. (1966)*. Estes autores, estudando a mineralogia dos solos da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo" em Campinas-SP, descreveram com o nome da série Chapadão, solos originários do diabásio e classificados como Latossol Roxo. Na fração argila, por difração dos raios X, observaram os autores a presença, em todos os horizontes, de minerais de argila do grupo da caolinita, seguindo-se a gibbsita em menor quantidade. Segundo ainda os mesmos autores, por meio da microscopia eletrônica foi notada a presença de partículas tubulares, provavelmente halloysita.

Os teores de caolinita e gibbsita encontrados para os perfis P₃ e P₅, foram semelhantes àqueles relatados por *MONIZ E JACKSON (1967)* nos solos de Ribeirão Preto, SP. Segundo estes autores, caolinita foi o mineral de argila do grupo 1:1 encontrado, e não halloysita, desde que não foram observados tubos nas micrografias eletrônicas. Os resultados obtidos contrariaram essa afirmação. As micrografias eletrônicas das figuras 20 e 21 apresentam formas tubu

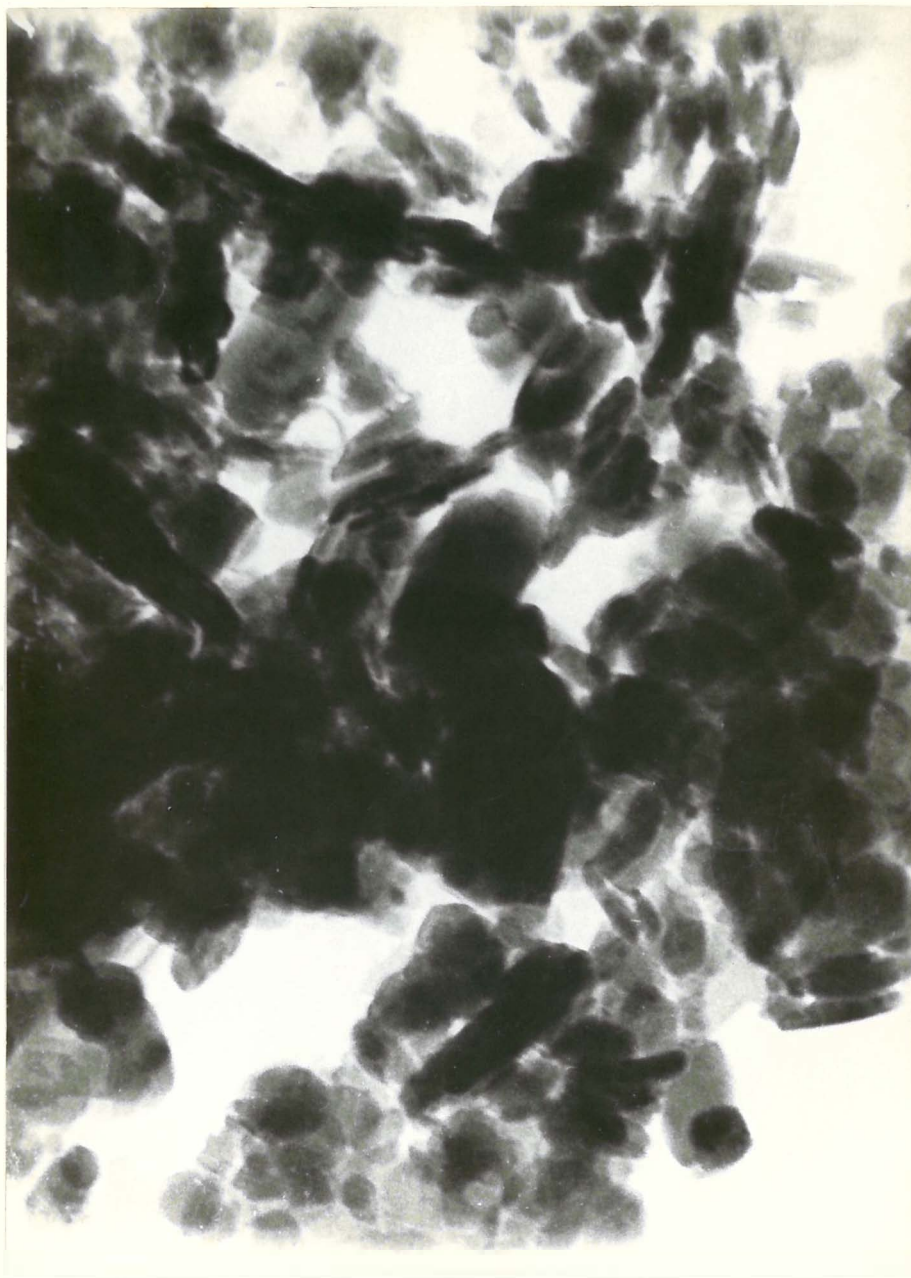


Figura 20 - Micrografia eletrônica do P_3 .



Figura 21 Micrografia eletrônica do P₅.

lares, confirmando a ocorrência desse mineral, já anteriormente relatada por *MELFI et al.* (1966).

Os trabalhos com Latossol Roxo da região de Piracicaba (*ESCOBAR et al.* 1972; *ANDRADE*, 1971; *SOUZA*, 1971) têm demonstrado que o teor de gibbsita é pouco elevado, normalmente inferior a 10%. Tudo leva a crer que os latossóis de Piracicaba são mineralogicamente menos evoluídos que os de Jaboticabal e Ribeirão Preto.

Comparando-se os resultados obtidos nos perfis de solos do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa com os do Latossol Roxo, observa-se distintamente que:

- a. o teor de caolinita diminui do fase arenosa para o Latossol Roxo; e,
- b. o teor de gibbsita aumenta do fase arenosa para o Latossol Roxo.

Baseado nas sugestões de *JACKSON* (1968) em relação ao intemperismo de solos, observa-se que os Latossóis Roxos são bem mais intemperizados do que os fase arenosa da região. Conforme o conceito de topossequência de *MILNE* (1935), os solos que estão nas regiões mais inferiores de relevo são mais evoluídos do que os situados nas regiões mais elevadas. Observando-se a figura , que apresenta a topossequência dos perfis do fase arenosa e do Latossol Roxo, verifica-se ocorrer este último nas posições mais inferiores, concordando portanto, com as assertivas do autor.

Comparando-se os dois perfis de Latossol Roxo, notou-se que o teor de gibbsita diminuía do Perfil P₃ para o P₅. Tomando-se este mineral como Índice concluiu-se que o perfil P₃ era menos evoluído que o P₅, situado na parte mais superior da topossequência.

Sugere-se a seguinte sequência de intemperização para os latossóis da região de Jaboticabal: perfis P₁ e P₇ → perfil P₅ → perfil P₃ ou, de uma maneira mais geral, Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa → Latossol Roxo.

O processo de dessilicatização, demonstrado por diversos

autores, entre os quais JACKSON (1965), MOHR & VAN BAREN (1954), BATES (1960), em solos tropicais, pôde ser notado nos dados aqui obtidos. O teor de gibbsita dos perfis do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa é relativamente baixo e atinge percentagem acima de 35% no perfil P₃ e 28% para o P₅. Por outro lado, o teor de caolinita decresce nesta mesma sequência. Em outras palavras, a caolinita se intemperiza para a gibbsita.

5.3. Terra Roxa Estruturada

Os dados mineralógicos do perfil P₈ estão apresentados no Quadro 7. Este perfil apresentou um teor de caolinita pouco inferior ao do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa. Enquanto nestes, o teor de caolinita varia ao redor de 71%, na Terra Roxa Estruturada é de 67,3%. O teor em gibbsita aqui encontrado é também muito próximo ao do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, que possui 9,5% enquanto que a Terra Roxa Estruturada apresenta 11%.

QUADRO 7 - Mineralogia da fração argila do perfil de Terra Roxa Estruturada (P₈, série Várzea).

HORIZONTES	Análise mineralógica em %				
	C	G	A	M	V
A _p	67,3	10,0	23,2	2,8	0,0
B ₂	67,3	11,9	21,2	2,9	0,0

O reconhecimento da caolinita e da gibbsita foi feito por difração dos raios X e a determinação quantitativa por análise térmica diferencial, obedecendo-se os mesmos critérios dos perfis anteriores. Seus difratogramas estão apresentados nas figuras 22 e 23 e os termogramas na figura 24.

Como nos casos anteriores, o pico endotérmico assimétrico e abaixo de 600-610°C sugere a possível ocorrência de halloysita, ocorrência esta confirmada por microscopia eletrônica. A micrografia eletrônica está apresentada na figura 25.

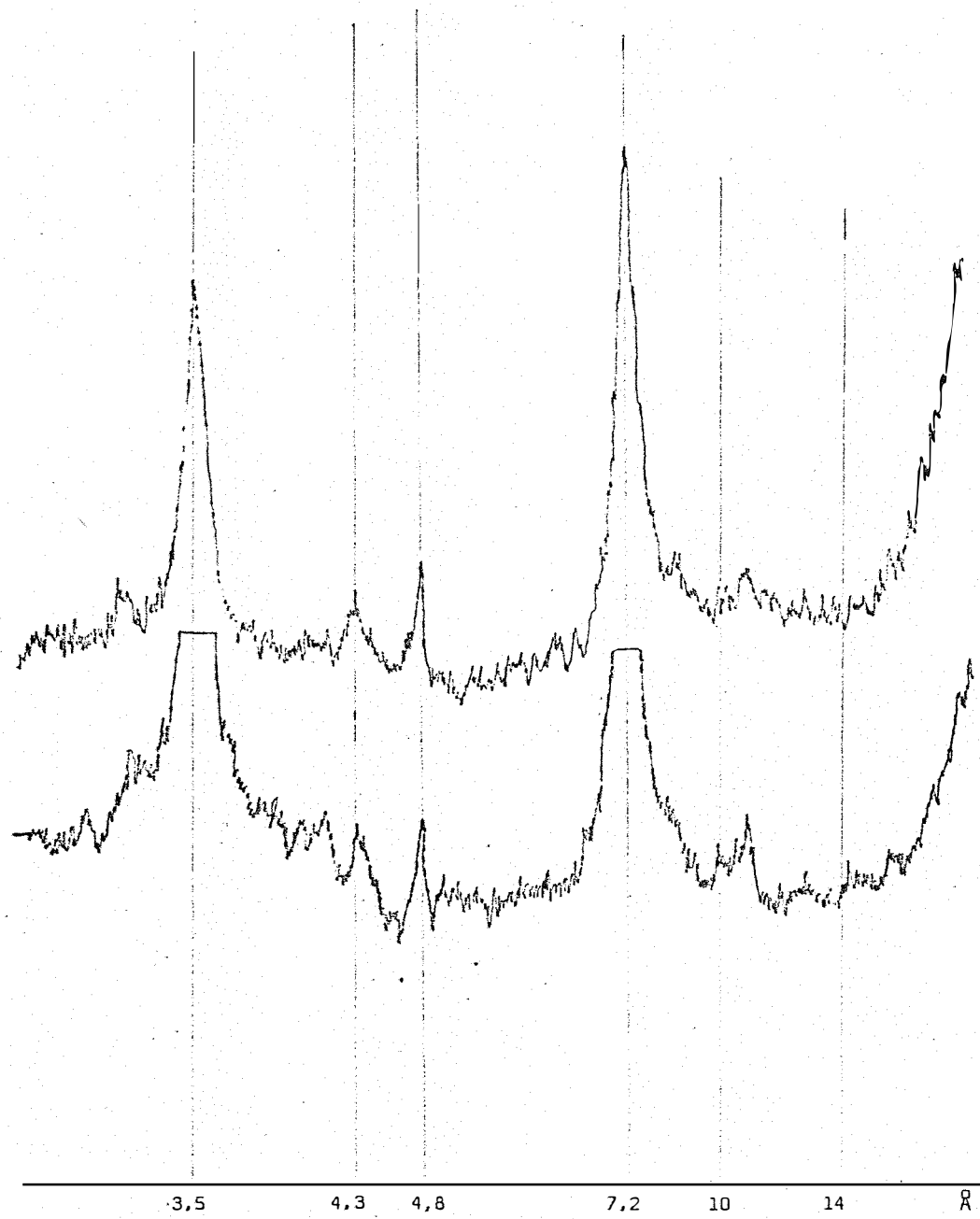


Figura 22 - Difractogramas da fração argila, horizontes A_p e B₂ ; Perfil P₈ (amostras K saturadas)

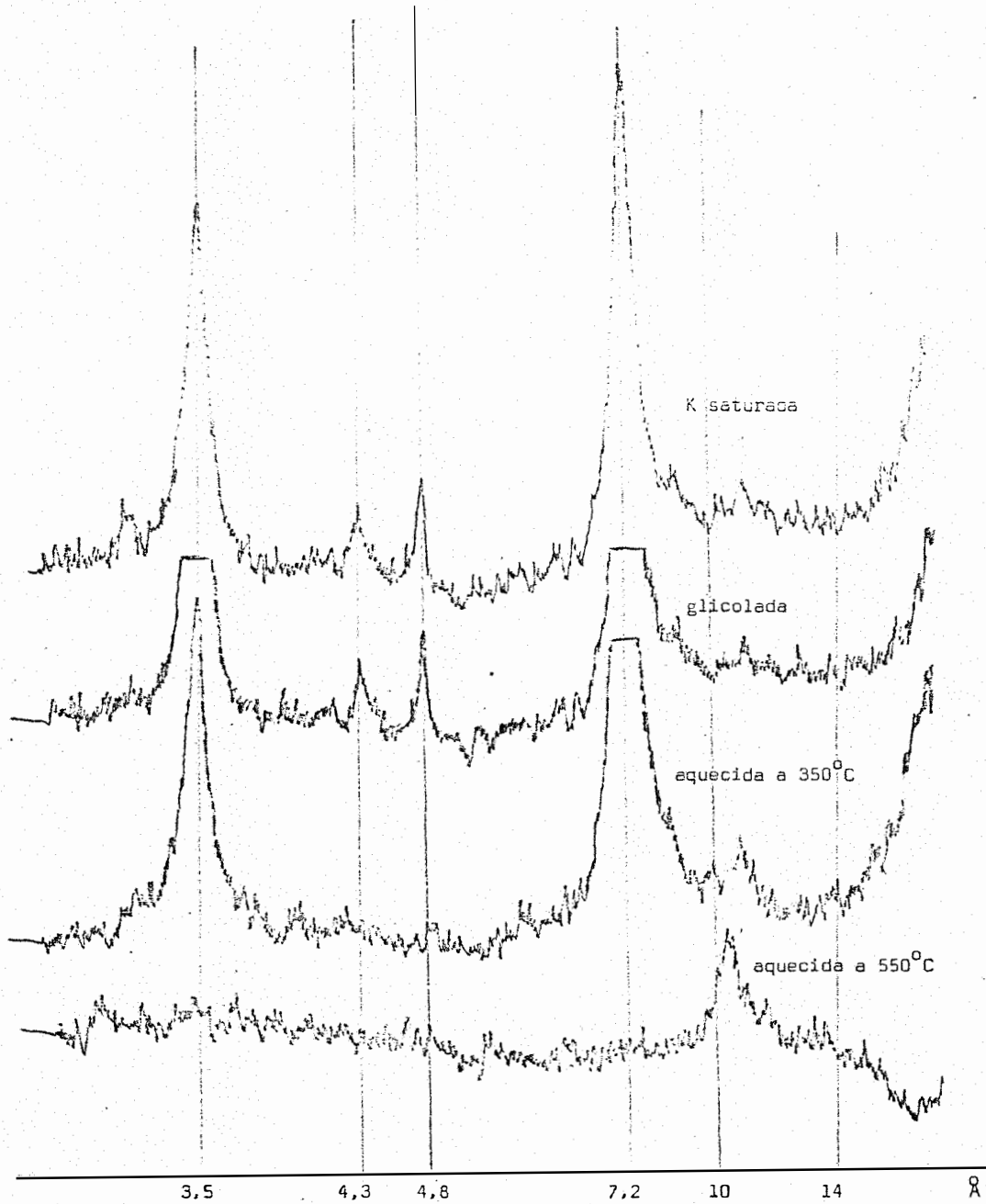


Figura 23 - Difractogramas da fração argila; horizonte B₂; Perfil P₈.

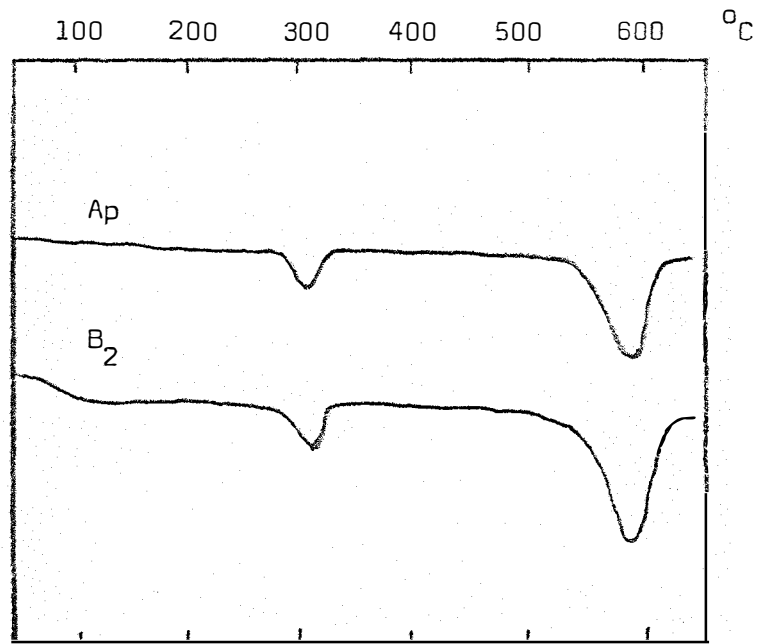


Figura 24 - Termogramas do Perfil P₈, horizontes A_p e B₂

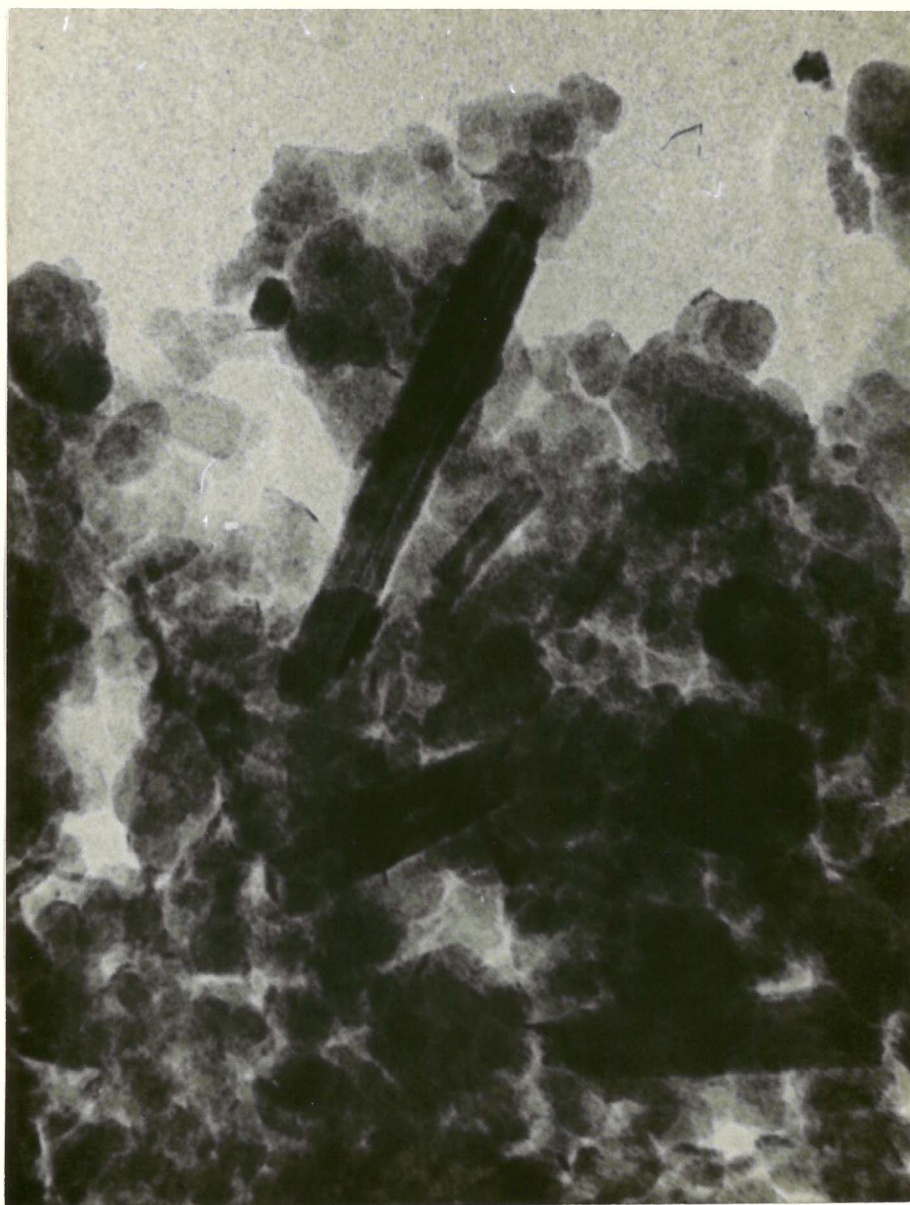


Figura 25 - Micrografia eletrônica do P_8 .

O teor em material amorfo, 21 a 23% - é ligeiramente superior ao do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa.

A ocorrência de mica, embora em quantidades maiores que as dos solos anteriores, foi em pequena quantidade: 2,8 a 2,9%.

Os resultados atrás mencionados são semelhantes aos encontrados por *SHERMAN & ALEXANDRE (1959)*, em solos pertencentes ao grande grupo "Low Humic Latosols".

Não se constatou a ocorrência de quartzo em amostras do horizonte Ap, o que discorda dos resultados apresentados pela *CNEPA (1960)*.

MONIZ & JACKSON (1967) afirmam a não ocorrência de halloysita nestes solos, por não terem sido observados formas tubulares nas micrografias eletrônicas. Pelas micrografias obtidas e uma delas apresentada na figura 25 é evidente sua presença ao lado da caolinita.

Finalmente, segundo *CARVALHO & MONTGOMERY (1971)*, a fração argila destes solos é composta principalmente de caolinita (60-70%) e material amorfo (23-30%). As determinações feitas confirmam tais resultados.

6. CONCLUSÕES

- em todos os perfis estudados, o mineral da argila dominante foi a caolinita.
- comparando-se os perfis analisados observa-se, através dos teores de caolinita e gibbsita, que a sequência provável de intemperismo, seria:
LVE → TRE → L.R.
- a fração argila dos solos estudados mostrou um avançado estágio de intemperismo, o que é uma característica comum em solos de regiões tropicais.

Do presente trabalho resulta, como recomendação especial, a pesquisa da ocorrência da halloysita, uma vez que foram acusadas pelas micrografias eletrônicas.

7. RESUMO

No presente trabalho caracterizou-se a mineralogia da fração argila de tres solos, classificados a nível de série.

Os resultados obtidos mostram a dominância de caolinita, em todos os perfis, e a ocorrência de halloysita nas amostras micrografadas eletronicamente.

A interpretação dos dados mineralógicos finais permitiram o estabelecimento da sequência de intemperismo dos solos, como sendo:

LVE → TRE → L.R.

8. SUMMARY

In this paper the clay fraction's mineralogy of three soil profiles classified at series level was characterized.

The results obtained show the caolinites domination in all profiles, and the occurrence of halloysita in the samples examined on the electron microscope.

The final mineralogical data interpretation permitted to establish the soils weathering sequence:

LVE → TRE → L.R.

9. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AQUILERA, N.H., & M.L.JACKSON - 1953 - Iron oxide removal from soils and clays. Soil Science Society of America Proceedings. 17: 359-364.*
- ALEXIADES, C.A. & M.L.JACKSON - 1965 - Quantitative determination of vermiculite in soils. Sci. Amer. Proc. 29: 523-527.*
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1964 - Fundamentos geológicos do Relêvo Paulista. In: Geologia do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, Boletim nº 41, São Paulo. Sec. da Agric. 167-263.*
- ALOISI, R.R. & J.W.MELLO - 1971 - Balanço hídrico em Jaboticabal. XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Vitoria-ES.*
- _____ & J.L.I.DEMATTE - 1974 - Levantamento dos solos da Faculdade Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. Revista "Científica". vol. 2.*
- ANDRADE, S.S. - 1971 - Genese e classificação de solos de três catenas nos municípios de Piracicaba e Rio Claro. Tese de Mestrado. ESALQ-USP, Piracicaba-SP.*
- BATES, T.F. - 1960 - Rock weathering and clay formation in Hawaii. College of mineral industries University.Park.Pensylvania 29(8): 1-6.*

BROWN, G. - 1961 - The x-ray identification and crystal structures of clay minerals: the mineralogical society, London.

CARVALHO, A. - 1970 - Study of Terra Roxa Estruturada and Latossolo Roxo on a topografia sequence in São Paulo State, Brazil. Tese de "Master of Science" . Univ. of Newcastle.

& *MONTGOMERY, R.F.* - 1971 - Estudo de uma ocorrência de Terra Roxa Estruturada e Latossol Roxo numa sequência topográfica, no Estado de São Paulo. XIII Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo. Vitoria-ES.

CAVALCANTI, A.B.V. - 1890 - As terras do Estado de São Paulo. Relatório Annual da Estação Agronomica de Campinas, em 1890. São Paulo, 1891. 4-80 pp.

COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA - 1960 - Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Boletim nº 12 - Rio de Janeiro.

DAFERT, F.W. & A.B.V.CAVALCANTI - 1889 - As terras do Estado de São Paulo. Relatório Annual da Estação Agrônômica de Campinas, em 1889. São Paulo, 1890. 4-76 pp.

- 1892 - Sobre a denominação das terras do Estado. Relatório Annual do Instituto Agronomico do Estado de São Paulo. em Campinas 1892. São Paulo 1893. 4-215 pp.

DIXON, J.B. - 1966 - Quantitative analysis of Nag limite and gibbsite in soils by diferencial thermal and seletive dissolution methods. Clay and clay minerals. 14th. Conf. pp. 83-89 - Pergamon Press- New York.

EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DE SOLO - 1970 - Levantamento de Reconhecimento dos solos da zona de Iguatemi - Mato Grosso - Boletim Técnico nº 10. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura.

ESCOBAR, E.H.; J.L.I.DEMATTE & A.C.MONIZ - 1972 - Génesis y clasificación de algunos suelos de la cuenca del arroyo Tijuco Preto, município de Rio das Pedras, San Pablo I e II. Revista de Investigaciones Agropecuarias, IX (3).

- FRANÇA, G.V. & J.L.I. DEMATTE* - 1967 - Comparação entre a classificação antiga e moderna dos solos do Estado de São Paulo. Apostila. Centro Academico "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP.
- FREITAS, R.O. de* - 1955 - Sedimentação, estratigrafia e tectônica da série Bauru (Estado de São Paulo). B.Fac. Fil.Cienc.Letr. Universidade São Paulo, 194 Geol. 14, 185 p. São Paulo.
- GUTMANS, M.* - 1943 - Rochas-mater da terra roxa. *Bragantia* 3: 371-322.
- HARWARD, M.A. & H.A.THEISEN* - 1962 - A paste method for preparation of slides for clay mineral identification by X-ray diffraction. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26: 90-91.
- HOLDRIDGE, D.A. & VAUGHAN, F.* - 1957 - The kaolin minerals (kandites). In: The differential thermal investigation of clays. London, R.C.Mackenzie Editor. Mineralogical Society (Clay Minerals Group). p. 99-139.
- JACKSON, M.L.* - 1956 - Soil Chemical Analysis Advanced Course. Dept. of Soil Univers. of Wis. Madison 6: - Wisc.
- _____ - 1965 - Clay transformation in soil genesis during the Quaternary. *Soil Sci.* 99: 15-22.
- _____ - 1968 - Weathering of Primary and Secondary minerals in Soils. 9th. Int. Congr. of Soil Sci. Trans. Adelaide. Australia IV: 261-292.
- KERR, P.F., KULP, J.L. & HAMILTON, P.K.* - 1949 - Differential thermal analysis of reference clay mineral specimens, New York, Columbia University, American Petroleum Institute, Project 49, Clay Mineral Standards, Preliminary report n^o 3. 48 p.
- LAERNE, C.F. van Delden* - 1885 - Brazil and Java, Report on Coffee-Culture in America, Asia and Africa to H.E. the Minister of Colonies, London, p. 637.

- MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. - 1960 - Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Proc. 7th. Natl. Conf. on clays and clay minerals, pp. 317-327. Pergamon Press, N.Y.
- MELFI, A.J., GIRARDI, V.A.V. & MONIZ A.C. - 1966 - Mineralogia dos solos da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", Em Campinas, Bragantia 25: 9-30.
- MEZZALIRA, S. - 1964 - Formação Caiuá. Geologia do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, Boletim nº 41. São Paulo. Secretaria da Agricultura. 120-125.
- MILNE, G. - 1936 - Normal erosion as a factor in soil profile development. Nature, v. 138, p. 548.
- MOHR, E.C.J., & F.A. van BAREN - 1954 - Tropical Soils. A critical study of soil genesis as related to climate, rock and vegetation, Interscience Publishers, New York, p. 256.
- MONIZ, A.C. & M.L.JACKSON - 1967 - Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slate. Univ. Wisconsin, Soil Sci., Report 212, 69 pp.
- _____ & A.CARVALHO - 1969 - Estudo mineralógico de solos derivados de arenito de Bauru e de rochas básicas da região de Celso-SP. XII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Paraná.
- PAIVA NETO, J.E. de - 1942 - A "fração argila" dos solos do Estado de São Paulo e seu estudo roentgenográfico - Bragantia 2: 355-432.
- _____ - 1948 - Estudo pedológico da estação experimental de Ribeirão Preto. Anais da segunda reunião Brasileira de Ciência do Solo, pp. 341-443. Campinas, Soc.Bras. Cienc. do Solo 1948.
- _____ - 1951 - Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia 11: 227-253.

- PENTEADO, M.M. & G.RANZANI - 1971 -* Aspéctos morfológicos e os solos do município de Jaboticabal, Geografica. Soc.Geog.Lisboa. Ano VII n° 25 (separata).
- SAND, L.B. & ORMSBY, W.C. - 1954 -* Evaluation of methods for quantitative analysis of halloysite-kaolinite clays. In: Clays and clay minerals. Washington, Edited by Ada Swineford and Norman Plumer, Publication 327, Nat. Acad. Sci. - Nat. Res. Coun. pp. 277-284.
- SETZER, J. - 1941 -* Os principais tipos de solos paulistas. Rev. Rural Bras. 21(248): 32-38. São Paulo, abril de 1941.
- _____ - 1946 - Os solos do grupo 20. Bol. Agric. 1946: 89-128, São Paulo, 1948.
- SHERMAN, D.G. & ALEXANDER, L.T. - 1959 -* Characteristics and genesis of Low Humic Latosols. Soil Science Society of America Proceedings 23(2): 168-170.
- SOUZA, J.J. - 1971 -* Estudo pedológico de perfis de solos da região de Iracemápolis. Tese de Mestrado. ESALQ-USP, Piracicaba-SP.
- TEIXEIRA MENDES, A.C. - 1970 -* Dispersão de amostras de solos minerais. Piracicaba, ESALQ-USP, 47 pp. (mimeografado).
- _____ - 1972 - Identificação das argilas do solo por difração do raio X. Piracicaba, ESALQ-USP, 34 p. (mimeografado).
- VERDADE, F.C.; A.Z.AMARAL; F.GROHMANN & E.M.GONÇALVEZ - 1967a -* Levantamento de solos por fotointerpretação do município de Itapura-SP. Congresso Brasileiro de Ciência de Solo.
- _____ & B. van RAIJ - 1967b.- Levantamento de solos por fotointerpretação do município de Sud Mennucci-SP. Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo.
- WARSHAW, M.C. & R.ROY - 1963 -* Classification and a scheme for identification of layers silicates. Bul. Geol. Soc. Am. 72: 1455-1492.