

ESTUDO PEDOLÓGICO DE PERFIS DA SÉRIE IBITIRUNA

JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ

Engenheiro Agrônomo

Instrutor junto a Cadeira nº 13

Solos e Agrotecnia

E.S.A. "Luiz de Queiroz" - U.S.P.

Tese para Doutoramento apresentada
a Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade
de São Paulo

P I R A C I O A B A

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

- 1968 -

À minha esposa
e filho

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Guido Ranzani, Catedrático da Cadeira de Solos e Agrotecnia, orientador deste trabalho;

ao Dr. Antônio Carlos Teixeira Mendes, pelo aprendizado na teoria e prática de raios-X;

aos Drs. A. Louis Neptune e T. Kinjo, pelas análises químicas;

ao Prof. Jair Carvalho da Silva, Catedrático de Cristalografia da Escola de Minas de Ouro Preto e à Dra. Yvone Mascarenhas, do Departamento de Física da Escola de Engenharia de São Carlos, em cujos laboratórios foi realizada boa parte desta pesquisa;

ao Sr. Miguel Célio Hyppólito, pela composição datilográfica;

aos colegas e funcionários da Cadeira de Solos e Agrotecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz";

a todos que, de uma forma ou de outra, concorreram para a realização deste trabalho.

C O N T E Ú D O

	Página
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	2
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	7
3.1 - <u>Material</u>	7
3.1.1 - Solos.....	7
3.1.2 - Aparelho de raio-X.....	14
3.1.3 - Visor para leitura dos filmes.....	15
3.2 - <u>Método</u>	15
3.2.1 - Método de trabalho de campo.....	15
3.2.2 - Análise mecânica do solo.....	15
3.2.3 - Análise química do solo.....	16
3.2.4 - Análise da fração argila do solo.....	17
a) Remoção da matéria orgânica e óxido de ferro livre.....	17
b) Dispersão e fracionamento da argila...	17
c) Preparação de amostras para o método do pó.....	18
d) Montagem da amostra para o método do pó.....	19
e) Preparo e montagem de amostras orien tadas.....	19
f) Determinação da capacidade de troca de cátions.....	20
g) Determinação do potássio total.....	21
h) Reconhecimento e análise semi quanti tativa da fração argila.....	21
3.2.5 - Classificação dos horizontes diagnósti cos.....	22
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	23
4.1 - <u>Análise mecânica do solo</u>	23

	Página
4.1.1	Distribuição das classes dos separados... 23
4.1.2	- Distribuição dos índices texturais..... 30
4.2	<u>Análise química do solo</u> 37
4.3	<u>Análise mineralógica</u> 43
4.4	<u>Classificação dos solos</u> 69
5	- <u>CONCLUSÕES</u> 71
5.1	<u>Análise mecânica e índice textural do solo</u> 71
5.2	<u>Análise química do solo</u> 71
5.3	<u>Análise mineralógica</u> 72
5.4	<u>Classificação dos solos</u> 72
6	<u>RESUMO</u> 73
7	<u>SUMMARY</u> 75
8	<u>BIBLIOGRAFIA CITADA</u> 77

1 - INTRODUÇÃO

A aplicação mais comumente atribuída à caracterização e classificação de solos é o estabelecimento de uma base sistemática para o estudo das relações solo-planta, com o objetivo de se determinar as possibilidades e as limitações da capacidade produtiva das terras.

Estudos detalhados desta natureza, no Estado de São Paulo, apesar de serem imprescindíveis para a aplicação correta dos conhecimentos agrônômicos, são escassos e incompletos.

Devido a esta falta de informações básicas, foi que nos propusemos a efetuar êste trabalho, com o intuito de oferecer uma contribuição para o melhor conhecimento de nossos solos.

Para êste estudo, foi utilizada a série Ibitiruna, pertencente ao grande grupo Podzólico Vermelho Amarelo - variação Larras, unidade esta largamente distribuída no Estado de São Paulo e no município de Piracicaba. Este solo se desenvolve a partir de sedimentos arenosos, apresentando um relêvo normal, suavemente ondulado. O horizonte B normalmente apresenta cores amareladas ou avermelhadas. Os horizontes A, devido às características de textura, estão muito sujeitos à erosão laminar, cuja ação frequentemente se traduz por perdas que atingem o horizonte A₂ e, muitas vezes, horizontes mais profundos.

Os principais objetivos pretendidos neste trabalho foram:

- a) verificar a possível natureza do regolito, tomando como base os resultados fornecidos pela análise mecânica;
- b) estabelecer a amplitude de variação de propriedades, como critério para o agrupamento de solos;
- c) identificação dos minerais de argila nas frações 2 - 0.2 micron e menor que 0.2 micron;
- d) análise semiquantitativa desses minerais.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O material originário do Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras foi apontado, pela COMISSÃO DE SOLOS (12), como sendo o arenito Pirambóia, porém, estudos de RANZANI et al. (60) demonstraram a ocorrência desta unidade de mapeamento em outras formações geológicas, inclusive a Tubarão.

PAIVA NETO (53), em estudos qualitativos da fração argila de solos do Glacial, observou, através da difração de raios-X, que a caolinita ocorre em quantidade elevada, aparecendo traços de hidrargilita. Em solos arenosos do Botucatu, êsse autor verificou uma presença mais ou menos persistente, de hidrargilita sendo, em alguns casos, o principal constituinte da fração argila, acompanhado de baixos teores de caolinita.

Trabalhos da COMISSÃO DE SOLOS (12) demonstraram que a fração argila, dos horizontes B21 e B22 do Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras, apresenta dominância de quartzo, seguida de minerais de argila do tipo 1:1. A medida que o perfil se aprofunda, observaram que o quartzo deixa de ser o único mineral dominante, ocorrendo em proporções idênticas com os minerais de argila do tipo 1:1.

GIRARDI e MELFI (19), em pesquisas levadas a efeito sobre a série Taquaral, encontraram a mesma sequência de minerais na fração argila, ou seja: gibbsita, hematita e os com estrutura caolinita-haloisita.

Por outro lado, MELFI, GIRARDI e MONIZ (50), em estudos realizados na série Venda Grande, solo êste proveniente da decomposição de sedimentos arenosos de origem glacial, verificaram, na fração argila, dominância de caolinita seguida de gibbsita em pequena quantidade.

Por sua vez, VAN RAIJ (65) observou que, em horizontes B22 do Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras, os minerais do grupo da caolinita, apresentam teores elevados, seguidos de um teor baixo de gibbsita. A vermiculita ocorre apenas em pequena quantidade.

A caracterização da fração argila do solo é de importân --

cia fundamental, tanto do ponto de vista puramente pedológico, quanto para o julgamento da fertilidade do solo e melhoramento de suas condições.

MACKENZIE (46) demonstrou que existem correlações entre a composição mineralógica do solo e: clima, rocha, drenagem e outros fatores. Esta composição, é de suma importância para o levantamento, classificação, uso, manejo e conservação de solos.

JACKSON e PENNINGTON (27), JACKSON et al. (26), RICH e OBENSHAIN (61), KUNZE e TREPLIM (42), FANNING e GRAY (13), JARVIS et al. (29), MacCRACKEN e WEED (43), HARPSTEAD e RUST (24), BUOL e YESILSOY (8) utilizaram os resultados obtidos sobre a natureza e quantidade do mineral de argila e a sua localização no perfil do solo, para complementar os estudos dos processos físicos e químicos de intemperização e processos genéticos de formação de solos. Vários autores, entre os quais, WILKINSON e GRAY (69), KUNZE e TEMPLIN (42), JARVIS et al. (29), MOLTHAN e GRAY (51) empregaram aqueles resultados, conjuntamente com as caracterizações físicas e químicas, para o estabelecimento dos mecanismos de gênese dos solos, em estudos semelhantes aos apresentados neste trabalho.

Usualmente utilizam-se dois ou mais métodos para a identificação dos minerais de argila, devido ao fato de não existir nenhum específico para tal análise.

A difração pelo raio-X é um dos melhores processos para a caracterização dos minerais de argila. Desde a sua introdução, através dos trabalhos de HENDRICKS e FRY (25), KELLEY, DORE e BROWN (35), muito trabalho e tempo, tem sido dedicado ao desenvolvimento de melhores técnicas para permitir uma identificação segura destes minerais.

Trabalhos de HENDRICKS e FRY (25), ROSS e KERR (62) e MacEWAN (44), demonstraram que certos grupos de minerais, apresentam linhas de difração que são comuns a outros grupos, embora, certas linhas, sejam comuns a quase todos os minerais de argila.

GRUNER (23), WHITESIDE e MARSHALL (68), usando a difração

dos raios-X, em diversos minerais, obtiveram as respectivas distâncias, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Difração dos raios-X dos diversos minerais.

Quartzo	Caolinita	Clorita	Ilita	Vermiculita	Montmorilonita
Unidade em Å					
4,2	7,2	14,0	10,0	14,0	17,4
3,3	3,6	7,0	5,0	9,2	3,1
			3,3	5,3	

Através do Quadro 1, observa-se que devido a certas coincidências (ilita-quartzo, clorita-vermiculita) e uma quase igualdade de valores (montmorilonita, ilita e quartzo), alguma dúvida pode resultar na interpretação destes dados. Maior incerteza, ocorreu quando certos autores, entre os quais JOHN, GRIM e BRADLEY (32) e JOHNSON et al. (33) notaram que, alguns minerais de montmorilonita, apresentam linhas de 14 a 15 Å. A distância de 14 Å torna-se, portanto, típica da montmorilonita, vermiculita e clorita.

Trabalhos de WALKER (66 e 67) demonstraram que a vermiculita pode ser identificada seguramente, devido a mudança na sua distância, de 14 para 10 Å, depois de sofrer um aquecimento entre 300 a 500°C, se suficientes precauções forem tomadas contra a reidratação. Por sua vez, KITTRICK (39), trabalhando com minerais de argila, observou que a intensidade de 14 Å da vermiculita decresce cerca de 30% quando a amostra sofre tratamento com o glicerol.

Foi constatado, em pesquisas realizadas por CARROLL e HATHAWAY (9), que a montmorilonita apresentou uma difração a 14 Å em amostras orientadas, sem nenhum tratamento. Estas amostras, após a glicolação, apresentaram distâncias acima de 17 Å, fato este também observado por JOHN, GRIM e BRADLEY (32), MacEWAN (45) e JOHNSON et al. (33). KUNZE (41) verificou que algumas argilas montmoriloníticas não conseguem reter uma camada dupla de glicerol entre suas lâminas, quando secas em condições normais. Isto pode conduzir a inter-

pretações errôneas se certas precauções não forem tomadas na preparação da amostra.

JOHN , GRIM e BRADLEY (32), em seus trabalhos, verificaram que a illita não é afetada por nenhum dos tratamentos de glicolação e aquecimento. Este mineral foi identificado em amostras orientadas por meio das difrações a 10.0, 5.0 e 3.3 Å . Os tratamentos mencionados neste parágrafo, não mudaram a intensidade do pico (GRIM, BRADLEY e BROWN 22, BROWN 6, JOHNSON et al. 33, BORST 2 e GLUSKOTER 20).

A identificação da clorita em amostras orientadas, pode ser feita através do espaçamento de 14 Å, que permanece inalterado mesmo após o aquecimento e a glicolação (CARROLL e HATHAWAY 9, BRINDLEY e ROBINSON 5). Por sua vez, trabalhos de JOHNSON et al. (33) revelaram que a distância de 7 Å pode representar a clorita ou a caolinita. Se após o aquecimento, as intensidades dos picos de 7 e 14 Å forem aproximadamente iguais, poderá indicar a presença somente da clorita. Por outro lado, BORST (2) observou que a clorita pode ser identificada pelas distâncias de 14.0, 7.0, 4.8 e 3.5 Å em amostras não tratadas. A glicolação não modificou o aspecto do difratograma, mas o aquecimento eliminou quase todos os picos, com exceção do de 14 Å, que teve um aumento em sua intensidade.

Devido principalmente aos diferentes tamanhos das partículas, quantidades de substituições isomórficas e a expansão entre as camadas, os minerais de argila apresentam uma variação acentuada nos valores de capacidade de troca de cátions. Alguns possuem diferenças suficientemente grandes, que possibilitam estimar a natureza e a quantidade do mineral de argila existente na amostra.

ORSMBY e SAND (52) observaram que os dados da capacidade de troca de cátions, da montmorilonita, illita e mistura destes, eram suficientemente exatos para o emprego em análises semi quantitativas de misturas de minerais. Estes autores, encontraram uma relação linear entre a capacidade de troca e a porcentagem de montmorilonita em misturas de montmorilonita-illita. O valor da capacidade de troca

da illita pura foi de 14 e.mg/100 g, enquanto que, a montmorilonita apresentou um valor de 95 e.mg/100 g.

A maioria dos resultados obtidos por diversos autores, entre os quais, KELLEY, DORE e BROWN (35), KERR (36), GRIM (21), BUCKMAN e BRADY (7), apresentam uma capacidade de troca de cátions, para a caolinita, variando entre 3 a 15 e.mg/100 g, dependendo do tamanho e estado das partículas presentes. PICHLER (54) encontrou uma variação de capacidade de troca, para a caolinita de 1 a 20 e.mg/100 g.

A clorita e a vermiculita, também apresentam uma grande variação na C.T.C. GRIM (21) obteve, para a clorita, valores entre 10 e 40 e.mg/100 g e de 100 a 150 e.mg/100 g para a vermiculita.

ORSMBY e SAND (52) e KARIM (34), encontraram dados muito variáveis de capacidade de troca para a mica hidratada.

Trabalhos de MARTIN (47), constataram para a mica hidratada, uma variação de 21 a 120 e.mg/100 g na capacidade de troca.

O teor de potássio total, transformado em K_2O %, tem sido muito utilizado como um método para estimar a quantidade de illita presente na fração argila do solo (MARTIN, 47 e JACKSON, 28). O valor do K_2O atribuído ao ortoclásio deve ser deduzido do teor total (JACKSON 28, KIELY e JACKSON, 37). Em recentes pesquisas, MEHARA e JACKSON (49), KIELY e JACKSON (37), propuseram que o conteúdo de illita pode ser estimado tomando-se como base que 10% de K_2O corresponde a 100% de illita. SCHMEHL e JACKSON (63) observaram que o teor de illita assim calculado representa um processo auxiliar, de boa precisão, na análise semi quantitativa.

3 - MATERIAL E MÉTODO

3.1 - Material

3.1.1 - Solos

Para o presente trabalho, foram coletados sete perfis representativos da série Ibitiruna, cujo processo de formação é a podzolização. Este solo é proveniente da decomposição do arenito de Botucatu, consolidado, largamente distribuído no município de Piracicaba e municípios vizinhos (RANZANI et al. 60).

A descrição morfológica dos perfis, assim como a localização dos mesmos, são dados a seguir:

Perfil P₁

Localização: município de Piracicaba, estrada para o bairro Passa Cinco, a 50 m da encruzilhada com a estrada Pau Queimado - Serrote.

Situação: corte de estrada, em meia encosta, barranco ao lado direito, a uma altitude aproximada de 500 m. O declive é de 12% convexo, médio; relevo normal, ondulado.

Rocha: folhelhos e siltitos micáceos.

Drenagem: moderada.

A_p 0-25 cm; pardo muito escuro (10YR 2/2), preto (10YR 2/1); barro arenoso; granular, pequena, fraca; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes **fasciculadas** finas, abundantes; galerias biológicas abundantes; ondulada, clara.

A₂ 25-46 cm; pardo claro (7,5YR 6/4), pardo escuro (7,5YR 4/4); areia barrenta; maciça; ligeiramente duro, solto, não plástico e não pegajoso; raízes **fasciculadas** finas, comum; galerias biológicas comum; ondulada, abrupta.

B₁ 46-60 cm; pardo avermelhado escuro (5YR 3/4, 3/3); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; cerosidade fraca, pouco; bolsas de areia pouco, pequeno, distinto, pardo (7,5YR 5/4), esférico, claro; raízes fasciculadas finas, comum; galerias biológicas poucas; gradual e plana.

B₂₁ 60-78 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 2/4, 2/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, forte; duro, firme, plástico e pegajoso; cerosidade moderada, comum; raízes fasciculadas finas, poucas; galerias biológicas poucas; gradual e plana.

B₂₂ 78-130 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, forte; duro, friável, plástico e pegajoso; cerosidade forte, abundante; raízes fasciculadas muito finas, raras; galerias biológicas poucas; suave e clara.

C 130-155 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4, 3/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, friável, muito plástico e pegajoso; cerosidade fraca, pouco; mosqueado vermelho escuro (10YR 3/6) e vermelho (10R 4/6), comum, médio, distinto, irregular, claro; plano, abrupta.

R 155 + cm.

Perfil P₂

Localização: município de Piracicaba, estrada para Passa Cinco, a 4 km da encruzilhada com a estrada Pau Queimado - Serrote.

Situação: corte da estrada, em meia encosta de elevação, do lado esquerdo, 370 m após a passagem pela cabeceira do ribeirão dos Marins, a uma altitude aproximada de 530 m. O declive é de 4%, convexo, longo; relevo normal, suavemente ondulado.

Rocha: arenitos finos.

Drenagem: moderada.

A_p 0-20 cm; cinza escuro (5YR 4/1), cinza muito escuro (5YR 3/1); areia barrenta; granular, pequena, fraca; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas finas, abundantes; galerias biológicas abundante; ondulada, clara.

A₂ 20-55 cm; cinza avermelhado (5YR 5/2), cinza avermelhado escuro (5YR 4/2); areia barrenta; maciça; ligeiramente duro, solto, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas finas, abundante; galerias biológicas comum; ondulado, abrupto.

B₂₁ 55-65 cm; pardo avermelhado escuro (5YR 3/4, 3/3); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; cerosidade fraca, pouco; bôlsas de areia pouco, pequenas, distinto, pardo (7,5YR 5/2), irregular, claro; raízes fasciculadas finas, pouco; galerias biológicas poucas; suave, clara.

B₂₂ 65-95 cm; alaranjado (5YR 4/6), pardo avermelhado (5YR 4/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, forte; duro, firme, plástico e pegajoso; cerosidade moderada, comum; raízes fasciculadas escassa; suave, clara.

C 95-110 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, pequena, moderado; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; cerosidade fraca, pouco; marchetamento comum, médio, distinto, irregular, claro; suave, clara.

R 110 + cm.

Perfil P₃

Localização: município de Piracicaba, estrada para São José do Monte Carmelo, a 15 m da encruzilhada com a estrada Piracicaba - Nova Suíça.

Situação: corte da estrada em meia encosta de elevação, do lado esquerdo, a uma altitude aproximada de 500 m; a classe de declive é B, convexo, médio; relêvo normal, suavemente ondulado.

Rocha: siltitos e arenitos finos

Drenagem: moderada.

A_{1p} 0-40 cm; cinza avermelhado escuro (5YR 4/2), pardo avermelhado escuro (5YR 3/2); areia barrenta; maciça que se desfaz em granular, pequena, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas finas, abundantes; galerias biológicas abundante; ondulada, abrupta.

A₂ 40-70 cm; cinza rosado (5YR 6/2), pardo avermelhado escuro (5YR 3/3); areia barrenta; maciça; sôlto, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas abundantes; galerias biológicas abundantes; suave, abrupta.

B₂₁ 70-90 cm; vermelho (2,5YR 4/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade forte, comum; bôlsas de areia comum, pequeno, distinto, irregular, claro; raízes fasciculadas finas, comum; galerias biológicas poucas; suave, clara.

B₂₂ 90-115 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, forte; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade moderado, comum; bôlsas de areia comum, pequeno, distinto, irregular, clara; raízes fasciculadas muito finas, raras; suave, gradual.

C 115-130 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4, 3/4); barro argilo arenoso; maciça, porosa que se quebra em blocos subangulares, média, fraco; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; marchetamento comum, médio, proeminente, esférico, claro; suave, clara.

R 130 + cm.

Perfil P₄

Localização: município de Piracicaba, estrada para Benge - Garcia, a 300 m após o cruzamento do ribeirão Pau D'Alhinho.

Situação: corte de estrada, em um barranco do lado direito, a uma altitude aproximada de 530 m. O declive é de 15% convexo, longo; relevo normal, ondulado.

Rocha: folhelho.

Drenagem: moderada.

A_{1p} 0-40 cm; pardo avermelhado escuro (5YR 3/2, 2/2); barro arenoso; granular, pequena, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes fasciculadas finas abundantes; galerias biológicas comum; ondulada e clara.

A₂ 40-56 cm; pardo (10YR 5/3), pardo escuro (10YR 3/3); areia barrenta; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes fasciculadas finas, abundantes; galerias biológicas comum; suave, abrupta.

B₂₁ 56-87 cm; alaranjado (5YR 4/6), pardo avermelhado (5YR 4/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, média, moderado; duro, firme, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade forte, abundante; bolsas de areia comum, pequeno, distinto, irregular, claro; raízes fasciculadas finas, raras; galerias biológicas pouca; suave, clara.

B₂₂ 87-131 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro (2,5YR 3/6); barro argilo arenoso; blocos subangulares, médio, forte; duro, friável, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade forte, abundante; raízes fasciculadas raras; galerias biológicas poucas; suave, gradual.

C 131-155 cm; pardo amarelado escuro (10YR 4/4, 3/4); barro argilo arenoso; blocos subangulares, pequena, fraco; macio, friável, plástico e pegajoso; mosqueado comum, pequeno, distinto, esférico, brusco; suave, clara.

Perfil P₅

Localização: Bairro Ibitiruna, estrada Ibitiruna - Pintos, a 800 m a partir da vertente do ribeirão dos Patos.

Situação: corte da estrada a meia encosta de elevação, em um barranco do lado esquerdo, a uma altitude aproximada de 530 m, a classe de declive é D, convexo, longo; relevo normal, ondulado.

Rocha: arenito grosseiro.

Drenagem: moderada.

A_p 0-18 cm; cinza escuro (10YR 4/1), preto (10YR 2/1); areia; maciço; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes fascicu

ladas finas abundantes; galerias biológicas abundantes; suave, clara.

A2 18-30 cm; pardo muito pálido (10YR 7/3), pardo acinzentado escuro (10YR 4/2), marchetamento vermelho (2,5YR 4/8), comum, pequeno, proeminente, esférico, claro; carvões pouco; areia; maciço; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas finas, comum; galerias biológicas pouca; ondulada, abrupta.

B21 30-65 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4, 3/2); barro arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade fraca, pouco; marchetado de alaranjado (5YR 5/8, 4/6), comum, pequeno, distinto, alongado, claro; matéria orgânica pouca, pequeno, proeminente, esférico, brusco; bôlsas de areia abundante, médio, distinto, irregular, claro; raízes fasciculadas finas, raras; galerias biológicas pouca, suave, gradual.

B22 65-120 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4); barro arenoso; blocos subangulares, pequeno, fraco; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; bôlsas de areia, pouco, médio, distinto, irregular, claro; marchetado de alaranjado (5YR 5/8, 4/6), pouco, pequeno, distinto alongado, claro; raízes fasciculadas finas, poucas; galerias biológicas poucas; suave, difusa.

B3 120-146 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4, 3/4); barro arenoso; maciço; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; bôlsas de areia, pouco, médio, distinto, irregular, claro; suave, clara; suave, difusa.

C 146-171 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4); barro arenoso; maciça que se quebra em blocos subangulares, pequena, fraco; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Perfil P6

Localização: município de Piracicaba, estrada Serrote - Sete Barroca, a 700 m antes do bairro Sete Barroca.

Situação: corte da estrada a meia encosta de elevação, do lado direito, a uma altitude aproximada de 550 m. A declividade é de 10%, convexo, médio e o relevo normal, ondulado.

Rocha: arenito grosseiro.

Drenagem: moderada.

Ap 0-10 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2), pardo muito escuro (10YR 2/2); areia; maciço que se desfaz em granular, pequena, fraco; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; raízes fasciculadas finas abundantes; galerias comum; suave, clara.

A2 10-21 cm; pardo (10YR 5/3), pardo acinzentado (10YR 5/2); areia; maciço; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes fasciculadas finas comum; galerias biológicas comum; suave, abrupta.

B21 21-52 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4, 3/2); barro arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade fraca, pouco; bolsas de areia pouco, pequeno, distinto, irregular, claro; raízes fasciculadas finas comum; galerias biológicas comum; ondulado, difuso.

B22 52-87 cm; alaranjado (5YR 5/8), pardo avermelhado (5YR 5/4); barro arenoso; blocos subangulares, média, moderado; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; bolsas de areia comum, médio, distinto, irregular, claro; raízes fasciculadas finas, raras; galerias biológicas poucas; suave, clara.

C 87-117 cm; alaranjado (5YR 4/6), pardo avermelhado (5YR 5/4); barro arenoso; maciço que se quebra em blocos subangulares, pequeno, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; bolsas de areia comum, médio, distinto, irregular, claro; marchetamento alaranjado (5YR 5/8) pouco, pequeno, alongado, distinto, claro, suave, difuso.

R 117 + cm.

Perfil P7

Localização: município de Piracicaba, estrada bairro do Garcia - Botucatu, 750 m após a passagem pelo ribeirão Garcia.

Situação: corte da estrada em meia encosta de elevação, do lado direito, a uma altitude aproximada de 550 m. O declive é de 8%, convexo, longo; relêvo normal, ondulado.

Rocha: arenito grosseiro.

Drenagem: moderada.

Ap 0-18 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2), pardo muito escuro (10YR 2/2) areia barrenta; maciço que se desfaz em granular, pequena, fraco, macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; raízes pivotantes, médias, comuns; galerias biológicas comuns; suave, clara.

B21 18-48 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4, 4/4); barro arenoso; blocos subangulares, pequena, moderado; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes pivotantes finas, comuns; galerias biológicas comuns; ondulado, difuso.

B22 48-95 cm; pardo forte (7,5YR 5/6), pardo escuro (7,5YR 4/4); barro arenoso; blocos subangulares, média moderado; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; bolsas de areia, pouco, pequeno, distinto, irregular, claro; raízes pivotantes, finas, poucas; galerias biológicas, poucas; suave, clara.

C 95-145 cm; pardo forte (7,5YR 5/6, 5/6); barro arenoso; maciço que se quebra em blocos subangulares, pequena, fraco; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; marchetamento alaranjado (5YR 5/8), pouco, pequeno, irregular, distinto, claro; suave, difuso.

R 145 + cm.

3.1.2 - Aparelho de raio-X

A análise de difração dos raios-X, foi feita em um aparelho NORELCO, fabricado pela PHILLIPS Co. As características do aparelho são dadas a seguir: a fonte de radiação utilizada foi um tubo de cobre com um filtro de níquel; a unidade de força trabalhou com 50 KW e 18 mA, sendo S.F. = 4, M = 1 e T.C. = 8; a velocidade de varredura foi de 2°/min e a velocidade do papel, 4°/polegada; o conta -

dor Geiger operou com voltagem de 1 500 V. A câmara de pó utilizada foi do tipo DEBYE-SCHERRER, diâmetro 114,6 mm, fabricado pela NORTH AMERICA PHILLIPS Co., baseado em desenho de BUERGER e empregado a disposição de filme STRAUMANIS-IEVINS.

3.1.3 - Visor para leitura dos filmes.

As leituras de ângulo 2θ , dos filmes obtidos na câmara de pó, foram efetuados com o auxílio de um visor NORELCO, fabricado pela PHILLIPS Co.

3.2 - Método

3.2.1 - Método de trabalho de campo.

Para a demarcação de perfis representativos, efetuou-se, preliminarmente uma excursão exploratória na área demarcada por RANZANI et al. (60), com a finalidade de obter-se uma idéia generalizada dessa série. A seguir, procedeu-se a programação dos itinerários a serem percorridos e a escolha dos locais para estudo, coleta de amostras e exame das características morfológicas. Para tanto, utilizou-se, sempre que possível, os cortes de estradas existentes, isto quando as condições dos mesmos permitiam o seu aproveitamento.

Observada a área de ocorrência da série, procurou-se, dentro desta, escolher os perfis modais ou os mais próximos destes, recebendo cada um, as seguintes denominações: perfis P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆ e P₇. A descrição morfológica foi feita logo a seguir, obedecendo-se as recomendações de RANZANI (58). Para o estudo da cor, utilizou-se da carta de MUNSELL (*). As amostras foram obtidas seguindo-se as recomendações usuais, coletando-se aproximadamente 5 kg de terra que foram levadas ao laboratório e preparadas de acordo com as indicações de RANZANI e KIEHL (57).

3.2.2 - Análise mecânica do solo.

O método utilizado para a determinação das classes de se-

(*) Munsell Soil Color Chart, 1954.

parados do solo, foi o da pipeta, segundo as indicações de KILMER e ALEXANDER (38) e, as recomendações de FREIRE (14), este último em trabalho realizado, sobre dispersão de solos, na série Ibitiruna. As classes texturais foram obtidas através do diagrama textural de Marshal, Prescott e Taylor (RANZANI, 59).

Os limites das classes de separados do solo, utilizados em pedologia, normalmente são maiores do que o intervalo $\phi/4$ empregados na moderna prática de sedimentologia. Esse fato, aliado ao pequeno número das divisões das classes de separados do solo, faz com que os dados obtidos através da análise mecânica, sejam insuficientes para poderem sofrer tratamento e interpretação matemática adequada. Esta é uma das principais razões porque, tão pouco se conhece sobre os efeitos do processo genético no grau de seleção do material constituinte do solo (BREWER, 3). Por outro lado, a representação mais conveniente da análise mecânica do solo é, sem dúvida, a sua curva **acumulativa**, ou a distribuição quantitativa e contínua das partículas por tamanho (RANZANI, 56). Esta curva possibilita calcular o coeficiente de seleção, grau de assimetria e curtose, grandezas estas, relacionadas com a uniformidade e a provável origem do solo. Estes valores, assim como a construção da curva **acumulativa** foram obtidos de acordo com as recomendações de KRUMBEIM e PETTIJOHN (40) e BREWER (3).

3.2.3 - Análise química do solo.

O teor de matéria orgânica do solo, o potássio trocável, o fósforo solúvel em ácido sulfúrico 0.05 N e o hidrogênio trocável, foram determinados por métodos propostos por CATANI et al. (10). A capacidade de troca de cátions foi obtida somando-se os valores de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e H^+ , e, o índice de saturação de bases, pela relação porcentual entre a soma de bases e a capacidade de troca, como indica CATANI et al. (10). As determinações de cálcio e de magnésio trocáveis foram conduzidas utilizando-se o E.D.T.A., método este, proposto por GLORIA, CATANI e MATUO (16). O pH foi determinado com um potenciômetro "Leeds & Northrup", usando-se uma relação solo/água e solo/KCl de 1:1.

A interpretação destes resultados, foi feita como recomendam os autores mencionados.

3.2.4 - Análise da fração argila do solo.

a) Remoção da matéria orgânica e do óxido de ferro livre.

Amostras de 10 g de TFSE de cada horizonte foram colocadas em boêmia de 1 000 ml para remoção da matéria orgânica. A oxidação deste material foi realizada com H_2O_2 a 30%, como recomenda JEFFRIES e JACKSON (31), tomando-se o cuidado de não deixar a amostra de terra secar completamente. Após este tratamento, o solo foi lavado e centrifugado, com a finalidade de remover os produtos finais de oxidação. Em seguida, fez-se a remoção do óxido de ferro livre, utilizando-se o método do hidrogênio nascente, de acordo com as indicações de JEFFRIES (30).

b) Dispersão e fracionamento da fração argila.

As operações de dispersão e fracionamento da fração argila, foram feitas de acordo com as recomendações de JEFFRIES e JACKSON (31). Logo após a remoção da matéria orgânica e óxido de ferro livre, a amostra de terra foi agitada mecanicamente, durante 15 minutos, com uma quantidade de Na_2CO_3 suficiente para determinar um pH = 9, ou próximo deste valor. Obtém-se assim, uma completa dispersão da amostra, que é a seguir transferida para um balão de 5 litros de capacidade, através de um tamis de 0.05 mm de malha. Neste tamis, toda a fração areia ficou retida, passando para o recipiente, as frações limo e argila. O volume é completado com água destilada, agitado e deixado em repouso.

Ao mesmo tempo, foi calculado através da lei de Stokes (PIPER, 55), um tempo (t) necessário para que as partículas com diâmetro superior a 2 micron ultrapassassem certa profundidade, sendo colocada aí a extremidade de um sifão, através do qual foi sifonada as partículas de diâmetro inferior a 2 micron. Após esta operação, foi adicionado novamente água destilada no recipiente de 5 litros, deixando a suspensão em repouso e tornando a sifonar a fração argila

após o tempo (t). Este tratamento foi repetido até que o líquido sobrenadante permanecesse incolor.

A fração argila (diâmetro inferior a 2 microns), foi separada em argila grossa (2-0.2 microns) e argila fina (menor que 0.2 microns), com o auxílio de uma super centrífuga Sharples, cujos raios são de 2.17 cm e 0.72 cm. O revestimento do tubo foi feito com papel de acetato de celulose de 0,012 cm de espessura. A fração argila grossa, foi separada empregando-se 30 000 rpm à razão de 470 ml por minuto e a fração argila fina, 50 000 rpm à 200 ml por minuto. O material foi em seguida submetido a secagem em ambiente natural e acondicionado, recebendo a denominação de "fração não tratada".

c) Preparação de amostras para o método do pó.

Para a obtenção dos filmes, pelo método do pó, as amostras não tratadas, das frações argila grossa e fina, foram preparadas com saturação de cálcio, segundo método proposto por JACKSON (28): amostras de 50 mg foram transferidas para um tubo de centrífuga de 100 ml, contendo 25 ml de uma solução de acetato de sódio 0.3 N, a pH = 3.5, ajustado com ácido clorídrico. Esta suspensão foi misturada, aquecida até a fervura por 5 minutos, floculada com 2 ml de uma solução de cloreto de cálcio 10 N, clarificada por centrifugação e a solução sobrenadante decantada. A amostra de argila foi então lavada cinco vezes com uma solução de cálcio (1ª, 4ª e 5ª com solução de CaCl_2 0.5 N; a 2ª e 3ª com solução de acetato de cálcio N). A seguir a amostra foi lavada com metanol até ficar livre de cloretos; isto requer quatro a cinco lavagens, aumentando-se a concentração do metanol de 60% na primeira lavagem para metanol absoluto nas duas últimas. A amostra foi lavada três vezes com uma solução 10:1 de benzeno-etanol.

A amostra de 50 mg do fundo do tubo da centrífuga, do qual a solução benzeno-etanol foi decantada, são adicionados cerca de 40 ml de uma solução ternária consistindo, por volume, de 0.4% de glicerol, 9% de etanol e o restante benzeno. O tubo é agitado e a suspensão é deixada em repouso por 30 minutos.

A seguir a argila é retirada de suspensão por centrifuga-

ção e o líquido sobrenadante é decantado. Adicionou-se uma solução de 200:1 de benzeno-etanol, o tubo é agitado e a argila posta em suspensão. A argila é lavada da tampa e das paredes do tubo com benzeno, precipitado por centrifugação, dando-se então, uma lavagem adicional com benzeno. O excesso de benzeno é decantado e a suspensão é transferida para um vidro de relógio de 13 cm de diâmetro, colocada em dessecador a vácuo durante 15 a 20 minutos, tempo suficiente para a evaporação do benzeno. A seguir a argila é removida e colocada em um pequeno frasco de fechamento hermético.

d) Montagem da amostra para o método do pó.

A montagem da amostra para difração de raios-X, pelo método do pó, foi feita de acordo com as recomendações de TEIXEIRA MENDES (64). Um fio de lã de vidro, foi introduzido na cavidade de uma haste de latão de 3/32 polegadas de diâmetro, e fixado com cera. A parte exposta deste fio foi reduzida para aproximadamente 1 mm de comprimento. A amostra de argila, saturada com cálcio, é misturada com uma gota de adesivo comum. Introduzindo a ponta do fio de vidro nesta mistura e retirando-se, consegue-se uma pequena esfera aderente à extremidade do fio. A montagem deve ser conservada por algum tempo em posição invertida até a secagem da amostra, pois caso contrário apresentará deformações. Posteriormente é levada para a câmara de pó centrada e irradiada. O tempo de exposição foi fixado em 20h, tempo este obtido após uma série de tentativas.

e) Preparo e montagem de amostras orientadas.

O preparo e a posterior montagem de amostras orientadas, foi feito de acordo com o método descrito por JOHN, GRIM e BRADLEY (32), modificado por Odon e Parham (GLUSKOTER, 20) e GIPSON (18).

A amostra orientada "natural" foi preparada tomando-se uma certa quantidade de argila "não tratada" que foi desagregada e colocada em tubo de centrifugação de 100 ml, contendo água destilada. A fração argila é colocada em suspensão por meio de lavagens sucessivas com água destilada, adicionando-se uma pequena quantidade de calgon, quando necessário. A suspensão foi cuidadosamente transferida

para a superfície de uma lâmina de microscópio, mantida em posição horizontal. Esta técnica se faz necessária, para se evitar o acúmulo de material em uma determinada região da lâmina. Esta lâmina é deixada secar em dessecadores a vácuo. Após este tratamento, a amostra é levada para o aparelho de raio-X e irradiada com um ângulo de 2° a $28^{\circ} 2\theta$.

Ao mesmo tempo, lâminas com amostras orientadas, foram aquecidas a 450° C durante 45 minutos. Após atingir a temperatura desejada as amostras foram resfriadas bruscamente, em corrente de ar frio, recebendo a denominação de "amostras aquecidas". Estas lâminas foram levadas ao raio-X e irradiadas com ângulo de 2° a $14^{\circ} 2\theta$.

Finalmente, as lâminas orientadas que não sofreram aquecimento, são colocadas em dessecadores contendo glicerol e deixadas durante 24 horas. Este tratamento, se faz necessário para facilitar a posterior identificação de minerais de argila que apresentam lâminas expansivas. Após esta operação, as amostras são denominadas de "glicoladas", que são levadas ao raio-X e irradiadas com ângulo de 2° a $14^{\circ} 2\theta$.

f) Determinação da capacidade de troca de cátions.

A determinação da capacidade de troca de cátions, das frações argila grossa e fina, foi efetuada de acordo com o método proposto por GLORIA, CATANI e MATUO (17). 0.5 g de argila são devidamente misturadas com 3 g de areia de quartzo e colocados em tubo percolador (de 15 mm de diâmetro por 200 mm de altura). Vinte ml de uma solução normal de acetato de cálcio a pH = 7 foram adicionados a mistura. Após a passagem dessa solução, o material foi lavado com cinco porções de 10 ml de solução hidroalcoólica a 80%. Em seguida, foram passados pela mistura, 50 ml de solução normal de acetato de amônio pH = 7, recebendo-se o líquido percolado em outro recipiente. Dessa solução, transferiu-se uma alíquota de 25 ml para um frasco Erlenmeyer de 250 ml. Foram acrescentados mais ou menos 75 ml de água destilada, 7.5 ml de uma solução de NaOH a 20%, 5 gotas de trietanolamina, 2 ml de solução de KCN a 5% e 5 gotas de calgon a 1%. Procedeu-se a titulação com uma solução de EDTA 0.01 M, sendo o ponto final da ti-

tulação reconhecido pela viragem da cor vermelho-vinho para a cor azul-puro.

g) Determinação do Potássio Total.

O potássio total da fração argila, foi determinado de acordo com método proposto por CHAPMAN e PRATT (11). 50 mg de amostra foi transferida para um cadinho de platina sendo adicionado 1 ml de água destilada, 2 ml de ácido fluorídrico e 1 ml de ácido sulfúrico concentrado. Este material foi aquecido em banho de areia até começar desprender vapor de ácido sulfúrico. Posteriormente é esfriado, lavando-se as paredes do cadinho com 1 ml de ácido clorídrico e colocado novamente a evaporar, tomando-se o cuidado de não deixar secar completamente. Após esta operação o cadinho é esfriado. São adicionados 5 ml de água destilada e filtrado para balão de 100 ml, lavando-se o papel de filtro com duas porções de 10 ml de ácido clorídrico 0.1 N e completado o volume. Posteriormente esta solução foi levada para um fotômetro de chama Beckman.

h) Reconhecimento e análise semi-quantitativa da fração argila.

O reconhecimento dos minerais presentes na fração argila do solo foi feito utilizando-se dados sobre capacidade de troca de cátions, teores de K_2O , difratogramas e filmes. Os difratogramas foram interpretados de acordo com as recomendações de JOHN, GRIM e BRADLEY (32): a illita foi identificada pelos espaçamentos a 10.0, 5.0 e 3.3 Å, espaçamentos estes que não se alteram com os tratamentos de aquecimento e de glicolação; a caolinita, a espaçamentos de 7.2 e 3.5 Å; a montmorilonita a 14 Å na amostra natural e translocação para 17 Å na glicolada; a clorita pelos espaçamentos basais a 14.0, 7.0, 4.8 e 3.5 Å, espaçamentos estes que são eliminados com o aquecimento, com excessão do 14.0 Å; a vermiculita a 14.0 Å na amostra natural e translocação para 10.0 Å na aquecida. Para os difratogramas que apresentaram persistência a 14.0 Å após os tratamentos de aquecimento e glicolação, reservamos a designação de "minerais de 14.0 Å". Procedeu-se a leitura dos filmes com o auxílio de um visor NORELCO, e os respectivos valores de 2θ foram transformados em angstroms, com

o auxílio da "Tables of Interplanar Spacing for Angle 20" da General Electric. A distância do espaçamento basal d , assim como, as correspondentes intensidades, foram comparadas com aquelas fornecidas para os diversos minerais por BRINDLEY (4) e pela A.S.T.M. (1).

A análise semi quantitativa foi baseada nos padrões fotográficos de misturas sintéticas obtidos por TEIXEIRA MENDES (64). As porcentagens dos minerais presentes nas amostras foram estimadas por comparação visual ou fotométrica das intensidades de linhas características entre o filme problema e o filme padrão. A estimativa do teor de ilita, além da comparação fotométrica, foi feita como recomendam MEHARA e JACKSON (49): o teor desse mineral foi estimado tomando-se como base que 10% de K_2O corresponde a 100% de ilita.

3.2.5 - Classificação dos horizontes diagnósticos.

A classificação de horizontes diagnósticos, tanto de superfície (epipedons) como de subsuperfície, foi efetuado de acordo com as especificações fornecidas pela 7ª Aproximacion (70), que no texto será referida como 7ª Aproximação.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Análise mecânica

4.1.1 - Distribuição das classes dos separados.

A distribuição dos separados mecânicos do Perfil P1 (Quadro 2) apresenta maior concentração da fração argila no horizonte B₂. A variação no teor deste separado entre o horizonte A₂ e B₂₁ é de 27,45%, valor este sugestivo de uma intensa eluviação dos horizontes de perda. A fração limo aumenta progressivamente em profundidade até atingir o horizonte C. A rocha sedimentar (R), subjacente a este horizonte, apresenta um valor no teor de limo, da ordem de 44,4%, superior ao de qualquer horizonte do perfil do solo examinado. Este fato era de se esperar, devido à própria natureza da rocha. Os teores de areia fina e muito fina da rocha, contrastam com aqueles apresentados pelos horizontes edafizados. Observa-se, ainda, com relação a esses separados, uma tendência de decréscimo com a profundidade do solo. Por outro lado, os conteúdos de areia média e de areia grossa, tendem decrescer em profundidade, porém, menos acentuadamente que as demais frações areia. No tocante às classes texturais apresentadas pelos horizontes deste solo, releva salientar que se trata de uma distribuição normal, abrangendo três classes distintas.

A distribuição dos separados assinalados para o perfil P2 (Quadro 2), segue a mesma sequência apresentada pelo solo anteriormente estudado, porém com um grau de quantidade um pouco menos pronunciado. Assim, a variação do teor de argila entre o horizonte A₂ e B₂₁ é da ordem de 21,25%, indicando uma eluviação intensa dos horizontes A. A fração limo, também neste caso, aumenta gradativamente com a profundidade do solo até o horizonte C. A quantidade deste separado na rocha (R), é muito superior aos apresentados pelos horizontes edafizados. Os teores de areia muito fina e fina, tendem a decrescer de acordo com a profundidade dos horizontes no perfil do solo, diminuição esta também apresentada pela areia média. Por sua vez, a areia grossa, permanece praticamente constante. As classes texturais dos horizontes deste perfil, permanecem iguais àquelas apresentadas pelo P₁, com exceção do horizonte Ap.

Quadro 2 - Distribuição dos separados e classe textural dos perfis P1 e P2 *

Horizonte	diâmetro das classes em mm										Classe textural
	areia muito grossa 2-1	areia grossa 1-0,5	areia média 0,5-0,25	areia fina 0,25-0,1	areia muito fina 0,1-0,05	limo 0,05-0,002	argila 0,002	argila grossa 2-0,2 micron	argila fina 0,2 micron		
	Perfil P1										
Ap	0,04	1,65	4,77	42,06	25,00	15,18	11,30	9,26	2,14		ba
A2	0,08	1,70	4,93	43,92	26,71	15,16	7,50	4,82	2,68		ab
B1	-	1,58	4,06	30,25	22,60	18,26	23,25	17,28	6,07		bra
B21	-	0,94	2,77	25,70	16,30	19,17	24,55	27,98	6,97		bra
B22	0,03	0,95	2,69	24,56	17,96	21,06	32,75	26,60	6,15		bra
C	0,02	0,91	2,44	22,29	17,76	23,98	32,60	26,60	6,00		bra
R	4,42	0,21	0,70	7,20	6,64	44,43	36,40	30,40	6,00		-
	Perfil P2										
Ap	-	1,34	4,12	51,82	25,57	9,50	7,65	5,92	1,73		ab
A2	-	1,55	4,24	45,76	32,05	10,60	5,80	5,20	0,60		ab
B21	-	1,22	3,09	36,02	22,92	9,70	27,05	20,55	6,50		bra
B22	-	0,90	2,72	34,80	23,03	10,55	28,00	21,44	6,56		bra
C	-	1,20	2,89	33,76	23,57	10,78	27,80	21,30	6,50		bra
R	1,11	0,81	1,20	36,84	21,60	23,29	15,15	11,16	3,99		-

(*) Média de 3 determinações.

A análise mecânica do perfil P₃ (Quadro 3) revela a mesma distribuição apresentada pelos perfis anteriores, sendo que os valores da argila e do limo se aproximam mais do perfil P₂ do que do perfil P₁. Os teores de areia média diminuem à medida que aumenta a profundidade do solo, sequência esta, idêntica aos perfis P₁ e P₂. A classe textural permanece a mesma para os horizontes A e para os B.

As classes de separados apresentados pelo perfil P₄ (Quadro 3) indicam uma distribuição semelhante aos outros perfis já estudados. O teor de argila, também neste caso, sugere um acúmulo nos horizontes B₂₁ e B₂₂, decrescendo logo após. A variação na porcentagem deste separado, entre os horizontes A₂ e B₂₁ é de 22.74%, valor êste, sugestivo da presença de acentuada eluviação nos horizontes A. Os dados obtidos para a fração argila destes solos, se aproximam mais aos valores encontrados para o perfil P₁ do que aos demais. A fração limo aumenta progressivamente em profundidade até atingir o horizonte C. Há um contraste acentuado entre os teores de limo do horizonte C e da rocha subjacente: de 16.29% a 34.26%. Os teores apresentados pela areia muito fina e fina, diminuem dos horizontes superficiais aos mais inferiores, seguindo-se também uma diminuição menos acentuada da areia média. Os valores deste separado são bem mais baixos em relação aos apresentados pelos outros três perfis. A areia grossa praticamente permanece constante. As classes texturais dos horizontes A₂, B e C são as mesmas apresentadas pelos demais perfis já estudados com exceção do horizonte A_p (ba) que difere do perfil P₂ e P₃.

A distribuição dos separados do perfil P₅ (Quadro 4) apresenta valores diferentes dos solos anteriormente estudados. Assim, o teor de argila indica um acúmulo nos horizontes B₂₁ e B₂₂, decrescendo logo em seguida. A variação da quantidade deste separado entre os horizontes A₂ e B₂₁ é de 11.60%. O valor máximo desta fração no horizonte B₂ é de 17.95%, pequeno se comparado com o teor mínimo de 27.05% apresentado pelo horizonte B₂₁ pertencente ao perfil P₂. A fração limo decresce no horizonte A₂, aumentando até o B₃ para decrescer em seguida, distribuição esta, diferente dos demais perfis já examinados. O teor médio desta fração nos horizontes A e B é de 2.69% e 5.83% respectivamente, valores êstes inferiores aos teores mínimos apresentados pelo perfil P₃ que é de 9.52% e 9.58% respectiva

Quadro 3 - Distribuição dos separados e classe textural dos perfis P3 e P4 *

Horizonte	diâmetro das classes em mm										Classe textural
	areia muito grossa 2-1	areia grossa 1-0,5	areia média 0,5-0,25	areia fina 0,25-0,1	areia muito fina 0,1-0,05	limo 0,05-0,002	argila 0,002	argila grossa 2-0,2 micron	argila fina 0,2 micron		
	<u>Perfil P3</u>										
A _p	-	2,07	6,16	44,27	28,27	8,23	11,00	9,00	2,00		ab
A ₂	-	1,70	5,46	46,47	30,61	10,82	4,94	4,26	0,68		ab
B ₂₁	-	1,22	4,41	32,20	22,96	9,91	29,30	5,36	6,97		bra
B ₂₂	0,03	1,14	2,28	32,31	22,74	10,25	31,25	24,04	8,58		bra
C	-	1,60	2,72	31,96	22,30	11,77	29,65	24,60	5,05		bra
R	0,06	1,20	1,54	20,73	18,95	24,57	24,95	21,65	3,30		-
	<u>Perfil P4</u>										
Alp	0,02	0,38	1,57	47,63	26,14	9,16	15,10	9,40	5,70		ba
A ₂	0,12	0,25	1,96	50,73	25,10	11,83	10,01	7,40	2,61		ab
B ₂₁	0,07	0,33	1,02	39,36	15,31	11,16	32,75	24,97	7,78		bra
B ₂₂	0,02	0,29	0,99	36,54	14,26	14,45	33,45	26,59	6,86		bra
C	-	0,14	0,76	34,43	15,93	16,29	32,45	26,00	6,45		bra
R	-	0,10	0,73	19,04	13,61	34,26	32,26	25,11	7,15		-

(*) Média de 3 determinações.

mente. Os valores dos separados: areia muito fina e fina, diminuem em profundidade no perfil. A areia média apresenta um valor máximo no horizonte C, sendo que seus valores são bem mais elevados do que os apresentados pelos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄. A areia grossa praticamente permanece constante. As classes texturais, tanto dos horizontes de perda como dos de acúmulo, são completamente diferentes dos quatro perfis já estudados.

A análise mecânica do perfil P₆ (Quadro 4), indica a mesma distribuição apresentada pelo perfil anterior, e portanto, diferente daquelas indicadas pelos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄. O teor de argila aumenta com a profundidade, atingindo um valor máximo no horizonte B₂₁, decrescendo em seguida. A fração limo também é máxima neste horizonte. As classes texturais são areia para os horizontes de perda e barro arenoso para os de acúmulo.

A distribuição dos separados do solo do perfil P₇ (Quadro 5), indica uma distribuição semelhante aos apresentados pelos perfis P₅ e P₆. O teor de argila é máximo no horizonte B₂. O conteúdo de limo deste perfil aumenta gradativamente em profundidade. As classes texturais básicas para o horizonte A é areia barrenta enquanto que para os demais horizontes, é barro arenoso.

Através das análises destes dados, observa-se que os quatro primeiros perfis de solos apresentam teores bem mais elevados de argila do que os três restantes, principalmente nos horizontes B. Os teores médios extremos deste separado, nos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, para os horizontes B₂ são de $27.05 \pm 0.84\%$ a $34.95 \pm 0.88\%$, enquanto que, nos demais perfis, estas médias são as seguintes: $14.85 \pm 0.92\%$ a $18.35 \pm 0.59\%$.

Os valores de limo desses dois grupos de perfis, também indicam diferenças. Assim, a variação média extrema dos horizontes A e B₂ para os perfis P₁, P₂, P₃ e P₄ é de $8.23 \pm 0.19\%$ a $15.18 \pm 0.68\%$ e $9.70 \pm 0.33\%$ a $21.06 \pm 0.50\%$ respectivamente, enquanto apenas $2.49 \pm 0.08\%$ a $5.93 \pm 0.23\%$ e $5.23 \pm 0.66\%$ a $6.97 \pm 0.18\%$ para os perfis P₅, P₆ e P₇. Ainda, em relação ao conteúdo de limo, nota-

Quadro 4 - Distribuição dos separados e classe textural dos perfis P5 e P6 *

Horizonte	diâmetro das classes em mm										Classe textural
	areia muito grossa 2-1	areia grossa 1-0,5	areia média 0,5-0,25	areia fina 0,25-0,1	areia muito fina 0,1-0,05	limo 0,05-0,002	argila 0,002	argila grossa 2-0,2 micron	argila fina 0,2 micron		
	<u>Perfil P5</u>										
Ap	-	1,22	10,32	55,34	23,23	2,89	7,00	5,02	1,98		a
A2	-	1,16	10,53	54,62	25,80	2,49	5,40	4,98	0,42		a
B21	-	1,15	10,63	45,23	19,30	5,69	17,00	10,10	6,90		ba
B22	-	1,08	10,15	45,52	19,81	5,49	17,95	13,02	4,93		ba
B3	-	1,05	10,13	45,62	18,77	6,33	18,10	13,52	4,58		ba
C	-	1,40	14,93	42,81	17,98	5,68	17,20	12,94	4,26		ba
	<u>Perfil P6</u>										
Ap	-	1,06	14,86	47,22	25,32	5,19	6,35	4,68	1,67		a
A2	-	1,13	14,76	46,76	26,12	5,93	5,30	4,20	1,10		a
B21	-	1,21	14,10	35,10	24,27	6,97	18,35	12,28	6,07		ba
B22	-	1,31	15,44	36,19	23,10	6,66	17,30	12,56	4,74		ba
C	-	1,24	17,00	35,93	22,99	6,39	16,45	11,99	4,46		ba
R	-	1,15	20,91	35,77	22,06	5,16	14,95	12,44	2,51		-

(*) Média de 3 determinações.

se perfeitamente que nos quatro primeiros perfis, este separado aumenta gradativamente em função da profundidade do perfil até atingir o horizonte C. A partir deste horizonte para a rocha (R) o aumento é drástico.

Os valores da fração areia média dos perfis P5, P6 e P7 são mais elevados, cerca de 2 a 3 vezes maior do que os valores apresentados pelos quatro primeiros perfis. A distribuição deste separado, também difere nestes dois grupos de perfis. Assim, para o primeiro grupo, normalmente há um decrescimento em profundidade, enquanto que, para os demais perfis, há um aumento progressivo à medida que aumenta a profundidade do solo.

Os teores de areia grossa e média das rochas subjacentes dos perfis P5, P6 e P7 são bem mais elevados do que os apresentados pelas rochas dos demais perfis. A classe textural dos quatro primeiros solos é barro-arenoso para os horizontes B e C e areia-barrenta para os horizontes A, exceto para os horizontes A dos perfis P1 e P4 em que é barro-arenoso. Para os perfis restantes, a classe textural é completamente diferente, sendo barro-arenoso para os horizontes B e areia para os horizontes A, com exceção do horizonte Ap do perfil P7 que é areia-barrenta.

Os resultados obtidos para os perfis P5, P6 e P7 correspondem aos encontrados por RANZANI et al. (60), na série Ibitiruna e também constatados pela COMISSÃO DE SOLOS (12) na descrição do grande grupo Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras. Os demais perfis devido ao alto teor de argila apresentado nos horizontes B, em geral acima de 30%, aliado a uma quantidade também elevada de limo, principalmente no horizonte C e na rocha, fazem com que estes solos não se enquadrem nas características da série Ibitiruna ou da variação Laras.

4.1.2 - Distribuição dos índices texturais

Os valores obtidos para os quartéis e medianas, apresentados no Quadro 6, foram determinados através das curvas acumulativas representadas nas fig. 1, 2, 3 e 4A.

Quadro 6 - Valores obtidos referentes aos quartéis, mediana, coeficiente de seleção, grau de assimetria e curtose *

Perfil	Q ₁	Q ₃	Md	QD _∅	SK _{q∅}	K _∅
P ₁	2,95	7,50	4,50	2,27	+0,92	0,81
P ₂	2,75	7,35	3,50	2,30	+1,55	0,77
P ₃	2,85	7,45	3,60	2,30	+1,55	0,77
P ₄	2,75	7,75	3,75	2,25	+1,50	0,71
P ₅	2,35	3,90	2,83	0,27	+0,29	2,40
P ₆	2,25	3,95	2,95	0,85	+0,15	2,50
P ₇	2,40	4,00	3,00	0,80	+0,20	2,10

(*) Definido por Falk e Word (BREWER, 3).

A média dos valores do coeficiente de seleção (Quadro 6) para os solos do grupo I (perfis, P₁, P₂, P₃ e P₄) é de $2,28 \pm 0,02$, sendo que para os solos do grupo II (perfis P₅, P₆ e P₇) é de $0,64 \pm 0,18$. De acôrdo com os trabalhos de Trask (KRUMBEIM e PETTIJOHN, 40) sôbre seleção de sedimentos, êsses valores enquadram-se na seguinte classificação: "sedimentos muito bem selecionados", para o grupo II, e "sedimentos normalmente selecionados", para o grupo I.

O grau de assimetria SK_{q∅} (Quadro 6), expresso na escala ∅, apresenta uma variação de valores para os solos do grupo I de $+0,92 \pm 0,01$ a $+1,55 \pm 0,03$ e de $+0,15 \pm 0,01$ a $+0,29 \pm 0,02$ para o grupo II. Estes resultados indicam que o deslocamento da "moda" se realiza para o lado direito do eixo ∅, porém com um grau mais acentuado para os quatro primeiros perfis. Baseados nos valores obtidos por MARTINS (48) sôbre o grau de assimetria e por FRIEDMAN (15), sôbre o coeficiente de seleção e grau de assimetria de sedimentos arenosos, de origem eólica, verifica-se que os resultados obtidos neste trabalho, para os solos do grupo II, concordam plenamente com êstes autores e vêm confirmar as observações de RANZANI et al. (60), sôbre a origem eólica do material formador da série Ibitiruna.

Os dados sôbre curtose, K_∅ (Quadro 6) expresso na escala ∅, apresentam uma variação muito pequena entre os quatro primeiros

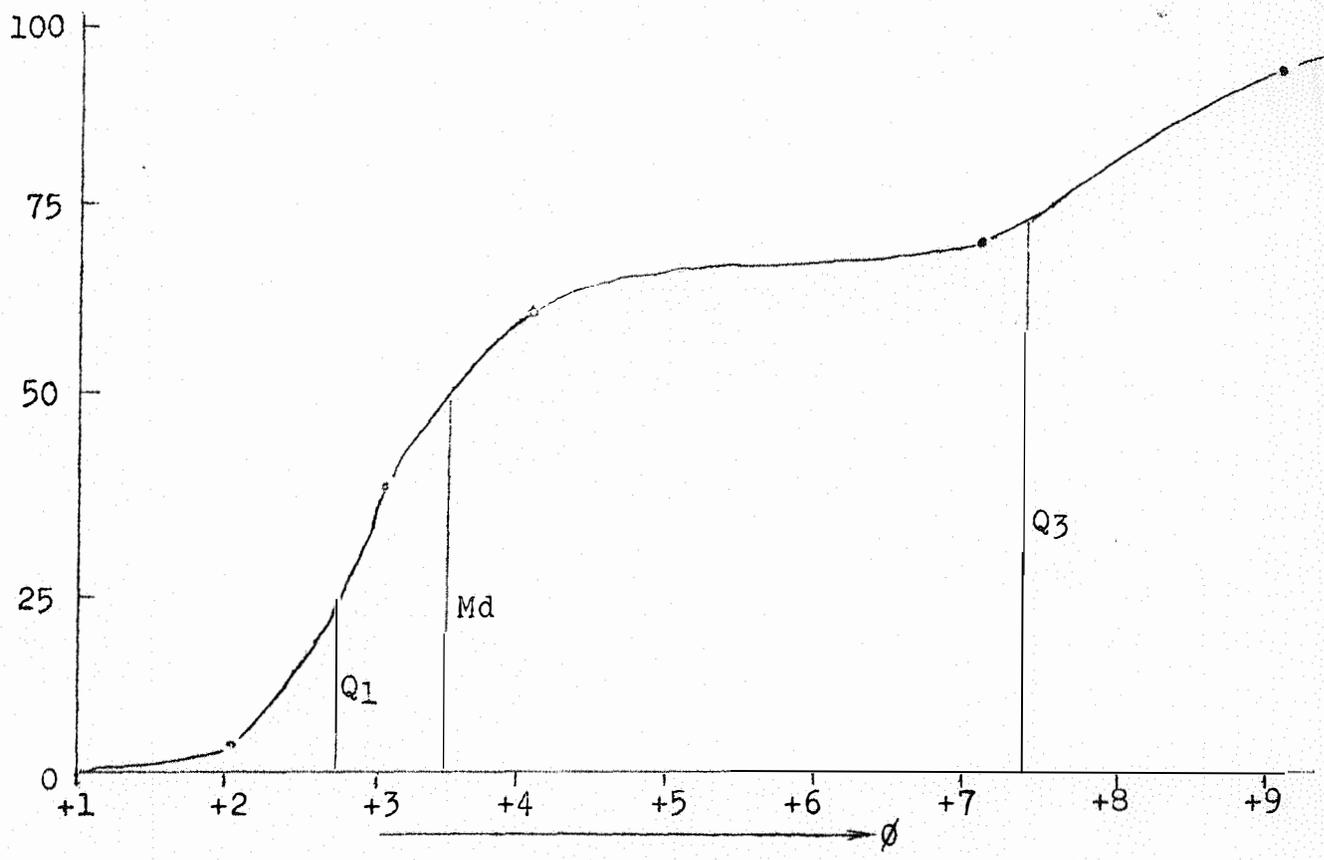
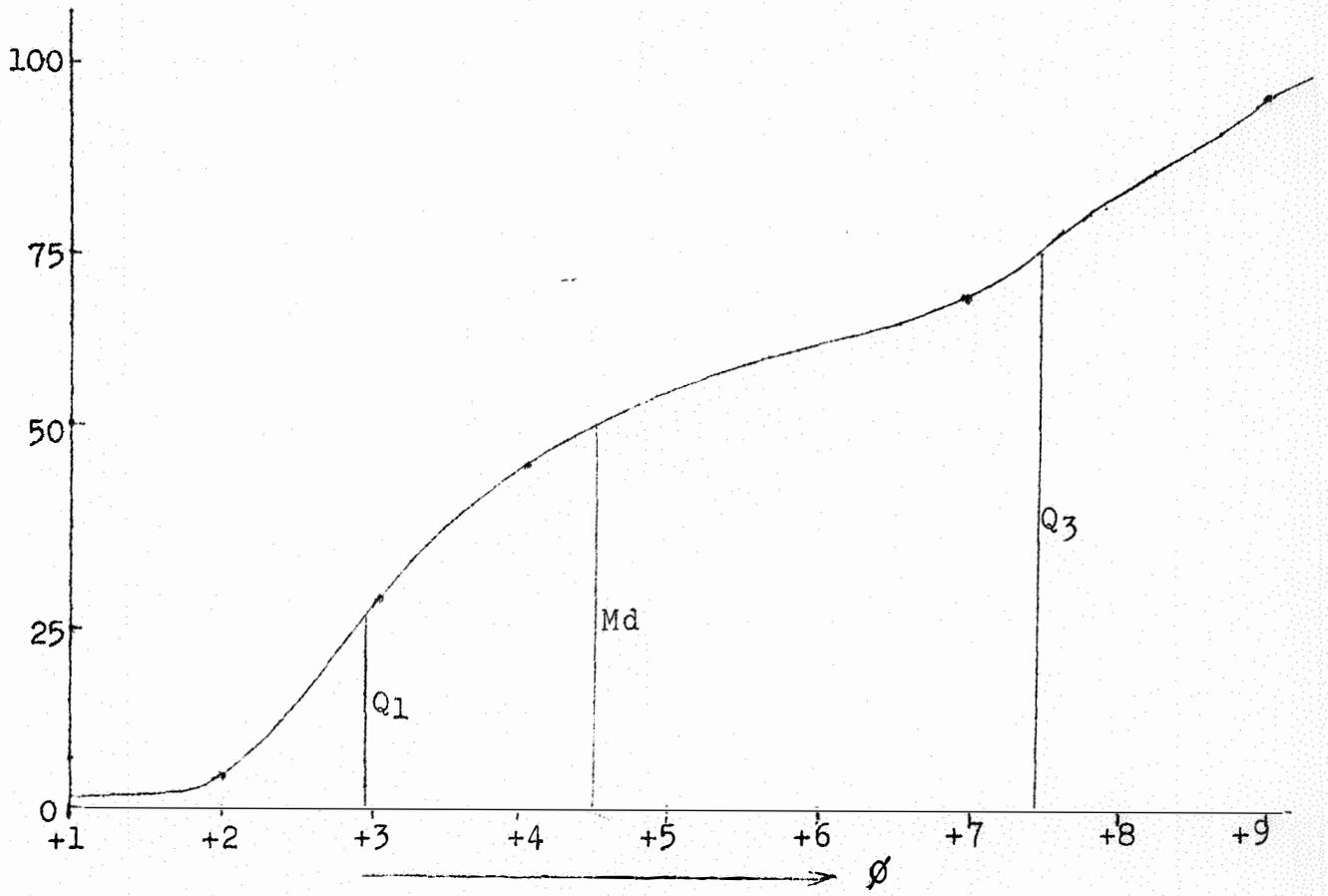


Fig. 1 - Curvas acumulativas dos perfis P1 e P2 (horizonte B22)

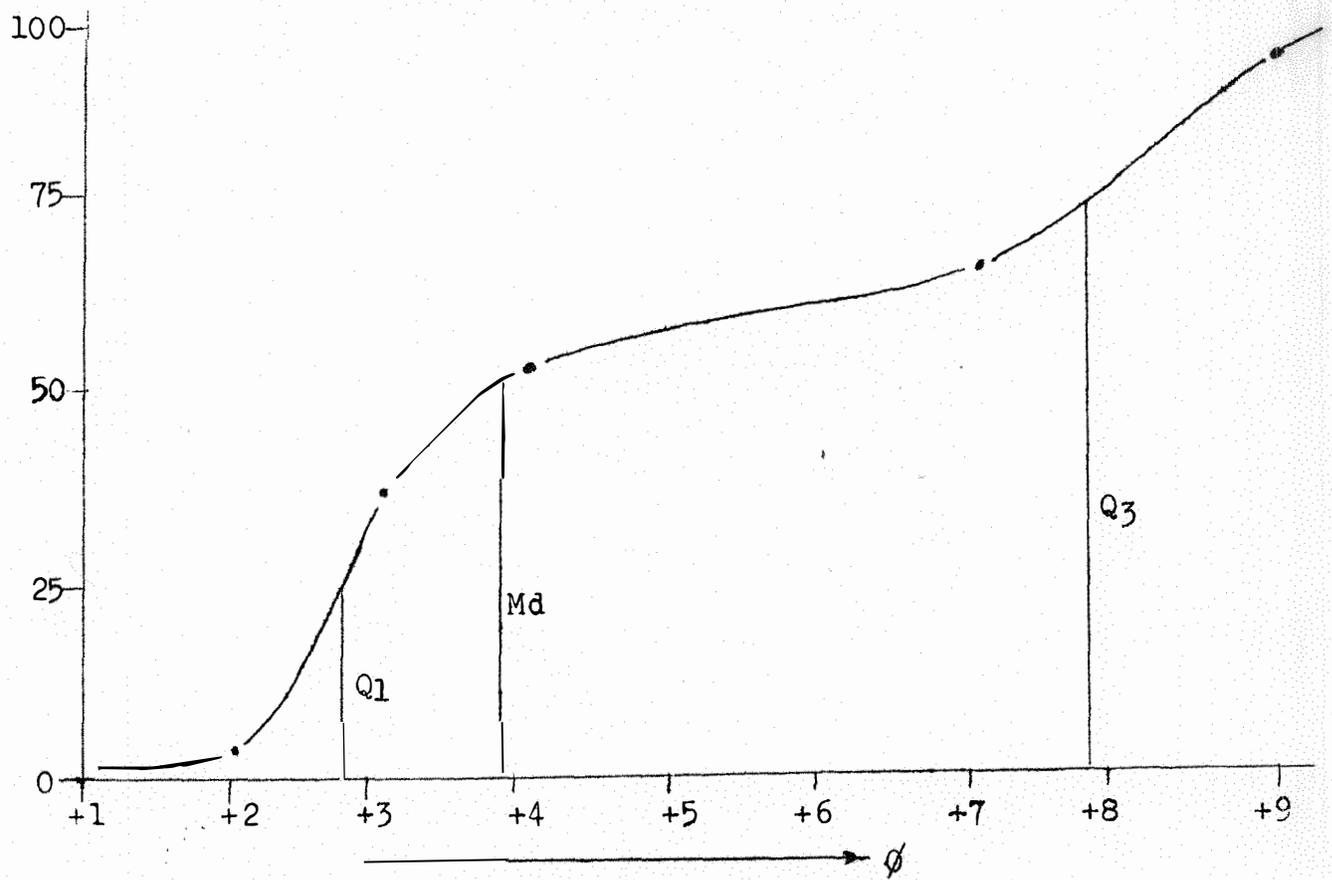
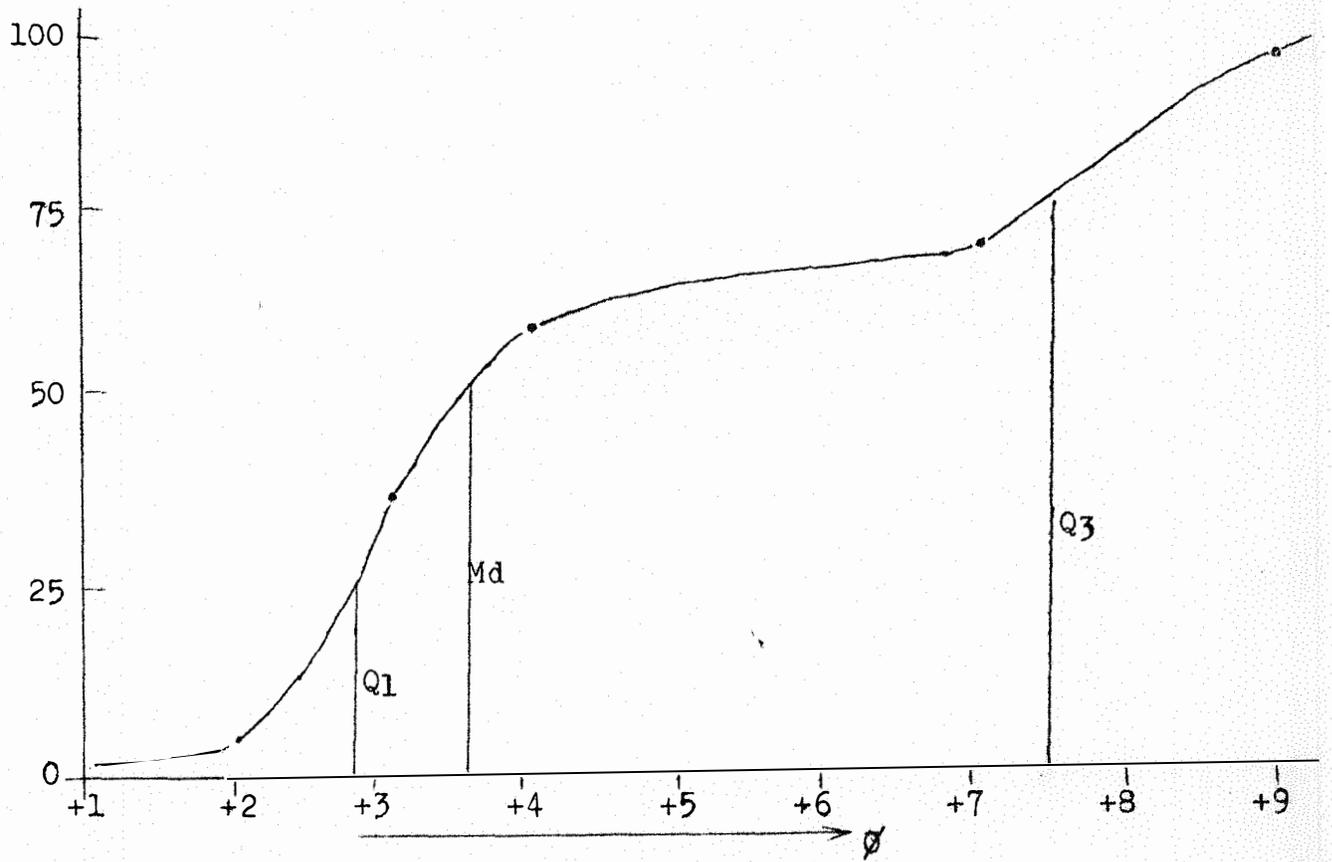


Fig. 2-Curvas acumulativas dos perfis P3 e P4 (horizonte B22)

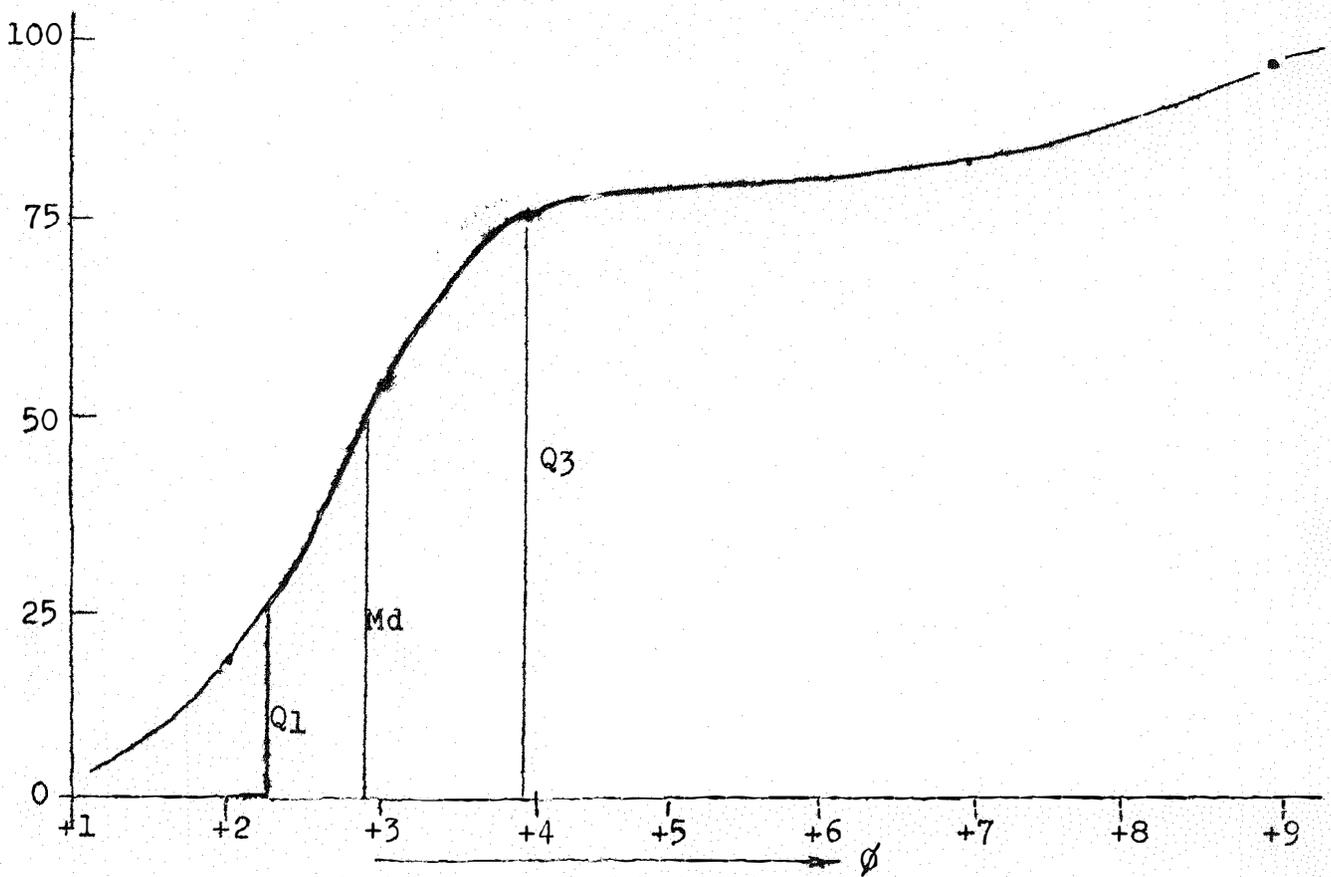
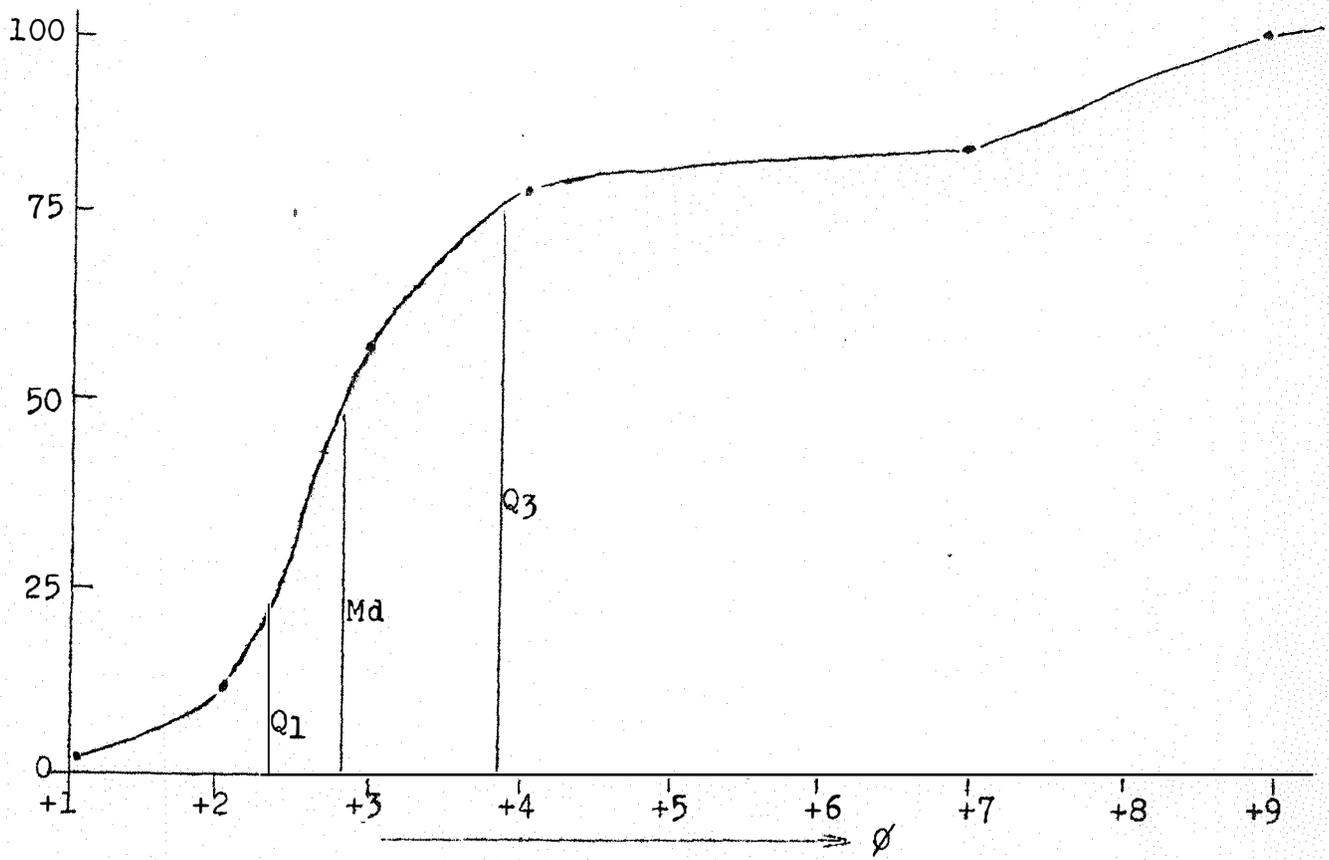


Fig. 3- Curvas: acumulativas dos perfis P5 e P6 (horizonte B22)

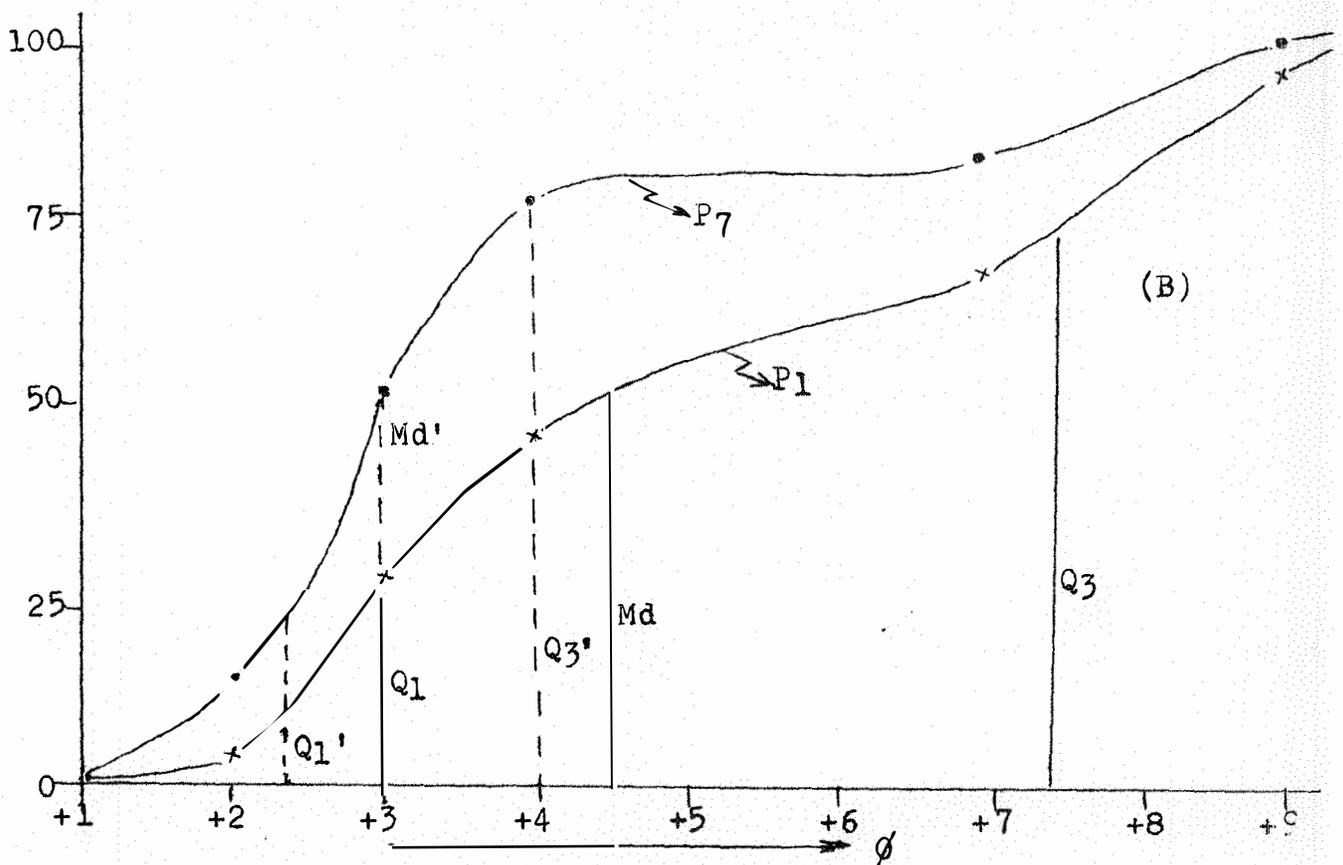
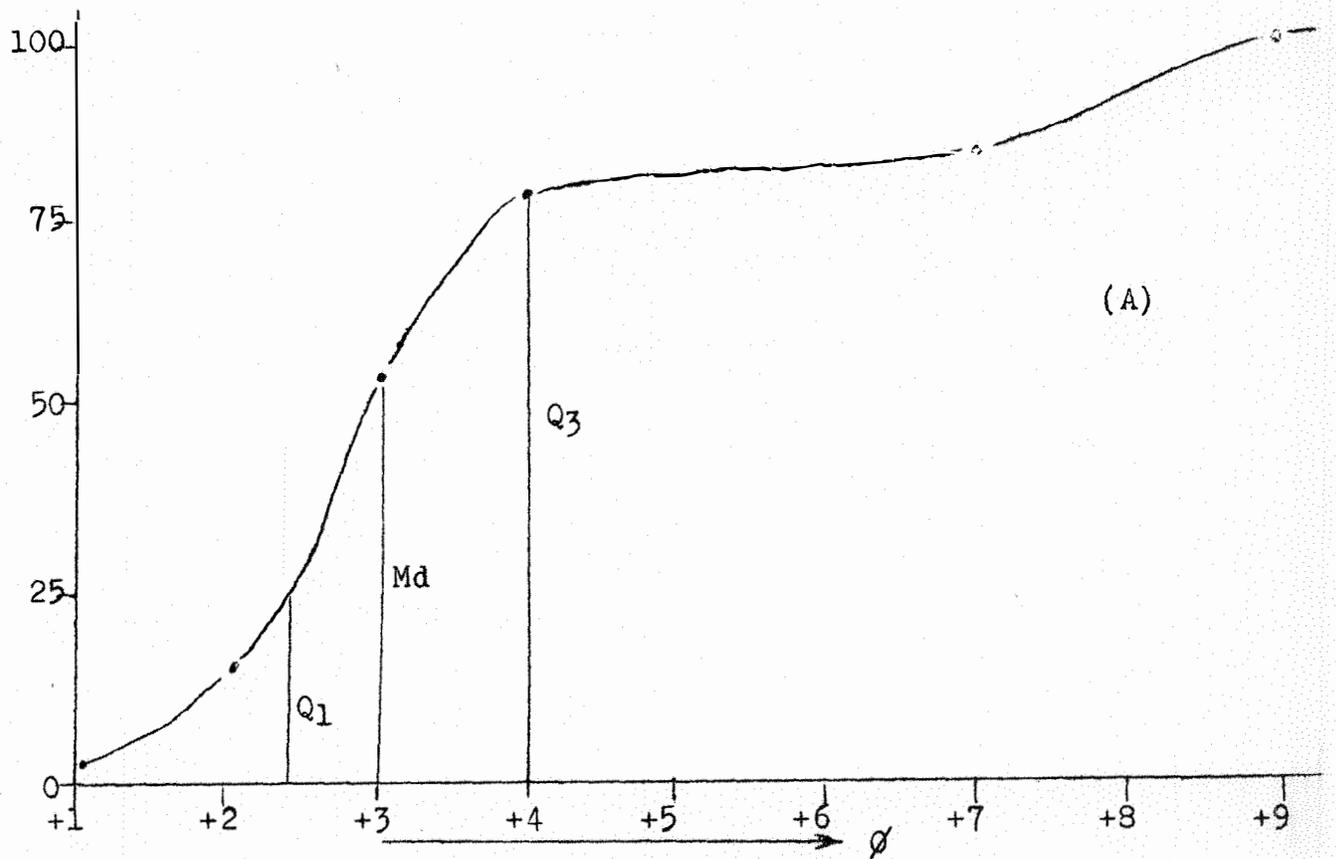


Fig. 4 (A e B) - Curvas acumulativas do perfil P7 (A) e dos perfis P7 e P1 (B).

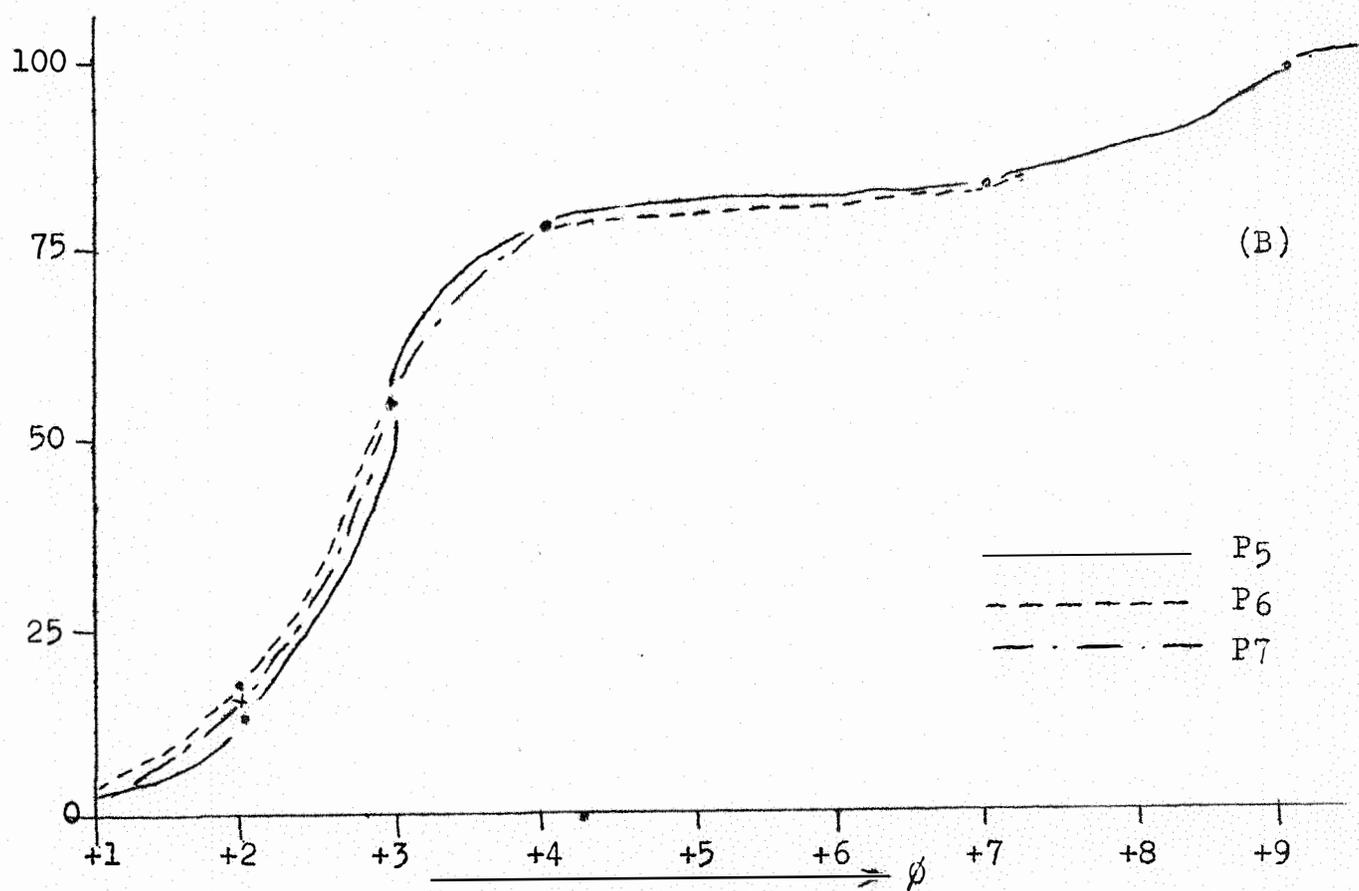
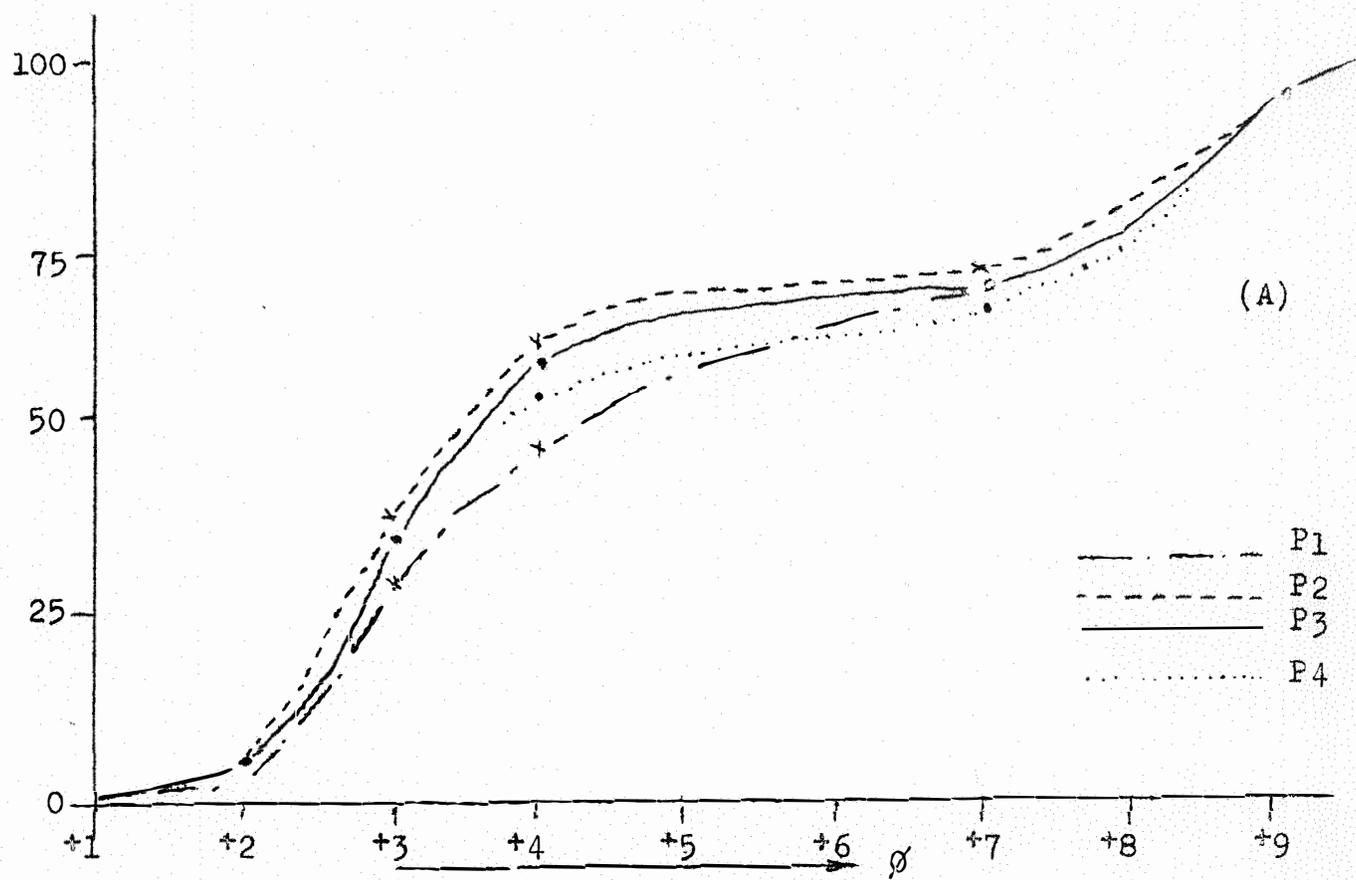


Fig. 5 (A e B) - Curvas acumulativas dos perfis P1, P2, P3 e P4 (A) e dos perfis P5, P6 e P7 (B)

perfis, com média de 0.76 ± 0.061 . Nos demais solos, o valor médio é bem mais elevado, sendo de 2.33 ± 0.183 .

A fig. 5 (A e B) apresenta as curvas acumulativas de todos os perfis estudados. Nota-se, perfeitamente, pelas formas idênticas das curvas apresentadas pelos perfis do grupo II (fig. 5 B), que há grande uniformidade nos dados granulométricos, o mesmo acontecendo com os demais solos estudados (fig. 5 A). Por outro lado, a fig. 4 B, indica as curvas acumulativas dos perfis P7 e P1. Nota-se com evidência que estas curvas são completamente distintas.

Os resultados da análise mecânica e as interpretações do coeficiente de seleção, grau de assimetria e curtose, mostram que os perfis P5, P6 e P7 apresentam características distintas e origem diferente dos demais solos estudados.

4.2 - Análise química do solo

Os resultados da análise química do perfil P1 (Quadro 7), indicam uma variação acentuada no teor de Ca^{++} , atingindo um valor máximo no horizonte B21. Os teores de Mg^{++} e de K^+ , normalmente apresentam valores de médios a altos, aumentando progressivamente com a profundidade, a partir do horizonte A2. Por sua vez, o de PO_4^{-3} praticamente permanece constante em toda a extensão do perfil. A quantidade de ions H^+ normalmente é de baixa para média no solo e, elevada na rocha subjacente.

A análise química do perfil P2 (Quadro 7) apresenta teores médios de Ca^{++} ao longo do perfil, com um pequeno acúmulo nos horizontes B21 e C. Na rocha, este valor, assim como para o perfil P1, é baixo. As quantidades de Mg^{++} e de K^+ existentes neste perfil, apresentam uma variação de baixa para média, sendo a sua distribuição no solo, muito variável. O valor de H^+ é normalmente baixo para médio, nos horizontes edafizados e alto na rocha. Os dados de PO_4^{-3} permanecem praticamente constantes em toda a extensão do solo.

Os valores da análise química do perfil P3 (Quadro 8), indicam para o Ca^{++} , teores médios nos horizontes A e B e baixo no C e na rocha subjacente. O Mg^{++} apresenta uma distribuição variável ao

Quadro 7 - Análise química dos perfis P1 e P2 *

Profundidade (cm)	Horizonte	pH		matéria orgânica %	e. mg/100 g					V%	
		H ₂ O 1:1	KCl 1:1		P ₀₄ ⁻³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺		C.T.C.
<u>Perfil P1</u>											
0-25	Ap	5,6	4,6	1,96	0,05	2,36	0,60	0,16	2,76	5,88	53,06
25-46	A2	6,3	5,1	0,28	0,04	1,44	0,28	0,07	0,74	2,53	70,75
46-60	B ₁	6,4	4,8	0,50	0,04	2,96	0,74	0,12	1,38	5,20	73,46
60-78	B ₂₁	6,4	4,8	0,79	0,04	5,64	1,44	0,31	1,89	9,28	79,63
78-130	B ₂₂	6,6	5,0	0,57	0,04	4,00	1,92	0,48	1,66	8,06	79,40
130-155	C	5,9	4,5	0,40	0,04	2,40	2,86	0,85	2,39	8,50	71,88
+ 155	R	5,0	3,8	0,14	0,04	0,34	2,20	0,49	11,96	14,99	20,21
<u>Perfil P2</u>											
0-20	Ap	5,7	4,5	0,89	0,05	2,16	0,34	0,14	2,16	4,80	55,00
20-55	A2	6,4	5,1	0,28	0,05	2,06	0,40	0,06	0,96	3,48	72,41
55-65	B ₂₁	5,6	4,1	0,50	0,04	3,44	0,58	0,23	3,25	7,50	56,66
65-95	B ₂₂	5,3	4,1	0,34	0,04	2,62	0,48	0,14	1,96	5,20	62,30
95-110	C	5,4	4,0	0,34	0,04	4,42	0,68	0,10	4,23	5,43	55,14
+ 110	R	5,2	4,0	0,43	0,04	0,32	0,76	0,25	7,36	8,69	15,30

(*) Média de 3 determinações.

Quadro 8 - Análise química dos perfis P3 e P4 *

Profundidade (cm)	Horizonte	pH		matéria orgânica %	e.mg/100 g					V%	
		H ₂ O 1:1	KCl 1:1		P ₄ ⁻³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺		C.T.C.
<u>Perfil P3</u>											
0-40	Alp	5,9	4,9	1,01	0,04	2,44	0,54	0,14	1,47	4,59	67,97
40-70	A2	6,4	5,2	0,22	0,04	2,72	0,14	0,09	1,55	4,50	65,55
70-90	B21	5,7	4,3	0,59	0,04	2,16	1,40	0,06	2,58	6,20	58,38
90-115	B22	5,5	4,1	0,40	0,04	2,80	1,00	0,13	1,96	5,89	66,71
115-130	C	5,5	4,0	0,40	0,04	1,96	0,90	0,28	2,89	5,43	52,07
+ 130	R	5,3	4,0	0,34	0,04	0,58	1,28	0,13	6,51	8,50	23,41
<u>Perfil P4</u>											
0-40	Alp	5,8	4,8	2,36	0,05	5,02	1,06	0,17	3,22	9,47	66,00
40-56	A2	6,2	5,1	0,64	0,04	2,38	0,50	0,07	1,01	3,96	74,49
56-87	B21	5,7	4,2	0,64	0,04	3,60	0,92	0,11	2,94	7,57	61,16
87-131	B22	5,7	4,0	0,43	0,04	2,16	0,90	0,11	2,23	5,37	59,40
131-155	C	5,6	3,9	0,22	0,04	1,98	0,76	0,14	2,99	6,87	49,07
+ 155	R	5,6	3,9	0,03	0,06	0,58	0,72	0,14	8,65	10,09	14,27

(*) Média de 3 determinações.

longo do perfil, mostrando um acúmulo nos horizontes B21 e B22. Os valores indicados para o K^+ são normalmente médios a baixos, enquanto os teores de H^+ e de PO_4^{-3} apresentam distribuições aproximadamente idênticas às dos perfis já estudados.

No perfil P4 (Quadro 8) o teor de Ca^{++} é alto no horizonte A1p, e a partir deste horizonte, permanece com um teor médio até o B22, para decrescer logo em seguida. A quantidade de Mg^{++} é também alta no horizonte superficial, aumentando sensivelmente em profundidade, a partir do horizonte A2 até o B22. O K^+ aumenta a partir do horizonte A2. Os valores de H^+ são variáveis, apresentando níveis baixo, médio e alto, este último, na rocha subjacente.

A análise química dos perfis restantes (Quadros 9 e 10), apresenta teores baixo de Ca^{++} em todos os horizontes do solo, sendo que os valores indicados para o Mg^{++} são normalmente médios a baixos. A quantidade de K^+ existente nos perfis P5 e P7 é baixa, sendo que no perfil P6 estes valores são médios até o horizonte B21, decrescendo logo em seguida. Os teores de H^+ normalmente aumentam em profundidade. O PO_4^{-3} praticamente permanece constante nestes perfis, apresentando valores sempre baixos.

A análise destes resultados revela que os quatro primeiros perfis de solo, apresentam teores de Ca^{++} e Mg^{++} mais elevados que os perfis restantes. Assim, a variação do teor de Ca^{++} , nos horizontes A e B dos perfis P1, P2, P3 e P4 é da ordem de 5.02 ± 0.226 a 1.44 ± 0.019 e $mg/100 g$ e 5.64 ± 0.267 a 2.16 ± 0.085 e $mg/100 g$, enquanto que nos perfis P5, P6 e P7, a variação é de 1.70 ± 0.056 a 0.26 ± 0.023 e 1.48 ± 0.021 a 0.10 ± 0.015 e $mg/100 g$ respectivamente. O índice de saturação de bases, para os quatro primeiros perfis é mais elevado, permanecendo nos horizontes A e B sempre acima de 50%, enquanto que para os demais solos, este valor é mais baixo, com exceção do horizonte A2 do perfil P5. O teor de fósforo permanece baixo para todos os perfis. O pH em KCl mantém-se numericamente sempre inferior ao pH em água para todos os solos.

Os dados obtidos para os perfis P5, P6 e P7, concordam com

Quadro 9 - Análise química dos perfis P5 e P6 *

Profundidade (cm)	Horizonte	pH		matéria orgânica %	e.mg/100 g					V%	
		H ₂ O 1:1	KCl 1:1		PO ₄ ⁻³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺		C.T.C.
<u>Perfil P5</u>											
0-18	Ap	5,4	4,3	1,17	0,05	1,16	0,40	0,06	2,12	3,74	43,32
18-30	A2	5,9	4,6	0,34	0,04	0,64	0,14	0,03	0,78	1,59	50,94
30-65	B21	5,3	4,1	0,76	0,04	1,48	0,42	0,06	4,88	6,84	28,65
65-120	B22	5,3	4,1	0,34	0,04	0,22	0,48	0,05	4,97	5,72	13,11
120-146	B3	5,3	4,0	0,28	0,04	0,12	0,82	0,05	4,97	5,96	16,61
146-171	C	5,4	4,0	0,17	0,04	0,38	0,84	0,05	5,24	6,51	19,50
<u>Perfil P6</u>											
0-10	Ap	5,5	4,2	1,48	0,05	1,70	0,48	0,13	2,43	4,74	48,73
10-21	A2	5,6	4,2	0,74	0,04	0,26	0,56	0,15	2,64	3,61	26,86
21-51	B21	5,3	4,1	0,81	0,04	1,12	0,48	0,13	5,53	7,26	23,82
51-87	B22	5,6	4,1	0,31	0,04	0,16	0,52	0,11	5,66	6,45	12,24
87-117	C	5,6	4,0	0,26	0,04	0,26	0,68	0,08	5,66	6,68	15,26
+ 117	R	5,8	4,0	0,21	0,04	0,16	0,94	0,08	5,06	6,24	18,91

(*) Média de 3 determinações.

Quadro 10 - Análise química do perfil P7 *

Profundidade (cm)	Horizonte	pH		matéria orgânica %	e.mg/100 g					V%	
		H ₂ O 1:1	KCl 1:1		PO ₄ ⁻³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	H ⁺		C.T.C.
Perfil P7											
0-18	Ap	5,2	4,0	1,14	0,04	0,36	0,36	0,10	3,40	4,22	19,43
18-48	B21	5,4	4,1	0,95	0,03	0,60	0,50	0,10	4,60	5,80	20,68
48-95	B22	5,4	4,1	0,45	0,03	0,10	0,30	0,10	5,34	5,84	8,56
95-145	C	5,8	4,1	0,33	0,03	0,04	0,20	0,07	5,52	5,83	5,31
+ 145	R	5,9	4,0	0,24	0,03	0,04	0,20	0,07	8,19	8,50	3,64

(*) Média de 3 determinações.

os da série Ibitiruna, descrito por RANZANI et al. (60). Os demais perfis, devido principalmente aos altos valores apresentados pelo índice de saturação de bases nos horizontes A e B, não concordam com os dados obtidos pela COMISSÃO DE SOLOS (12) e pelo autor citado anteriormente.

4.3 - Análise mineralógica

Os resultados das análises de K_2O , capacidade de troca de cátions e raios-X (difratogramas e filmes) efetuados em cada um dos horizontes dos perfis estudados e destinados à caracterização dos minerais de argila, encontram-se nos Quadros 11, 12, 13 e 14.

O Quadro 11 apresenta os dados obtidos referentes aos minerais de argila pertencentes ao perfil P₁. Observa-se que o teor de illita, da fração argila grossa, é sempre superior a 20%. Nos difratogramas e filmes indicados nas figs. 6, 7, 8 e 9, nota-se perfeitamente os picos característicos desse mineral, ou seja, a 10.0, 5.0 e 3.3 Å. A montmorilonita e os minerais do grupo de 14 Å ocorrem nos horizontes B₁, B₂₁, C e A₁, B₁, B₂₂ respectivamente, apresentando normalmente teores inferiores a 10%. O mineral de argila dominante desta fração é a caolinita, com valores sempre superiores a 40%. A fração argila fina indica uma predominância deste mineral (valores acima de 40%), seguida pela illita, com quantidades superiores a 10%.

Os resultados referentes ao perfil P₂ apresentados no Quadro 11, mostram a ocorrência das mesmas espécies mineralógicas assinaladas para o perfil P₁, porém, com quantidades diferentes. O teor de illita, na fração argila grossa, diminui sensivelmente com a profundidade do solo, aumentando ligeiramente na rocha. A montmorilonita aparece nos horizontes A₂ e B₂₁, com valores sempre inferiores a 10%, sendo este mineral indicado pelo deslocamento do espaçamento basal de 14.0 para 17.0 Å (fig. 10). A ocorrência desse mineral é ainda justificada pelo aumento dos valores de capacidade de troca de cátions. A caolinita é o mineral dominante tanto na fração argi

Quadro 11 - Dados obtidos referentes a C.T.C., % de K₂O e raio-X das frações argila grossa e fina dos perfis P1 e P2.

argila grossa 2.0 - 0.2 micron				argila fina 0.2 micron			
Horizontes	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X	
<u>Perfil P1</u>							
A1	27.6	2.9	I ₂ C ₁ 14 ₃	31.2	1.8	I ₂ C ₁	
A2	26.8	2.8	I ₂ C ₁	32.0	1.7	I ₂ C ₁	
B1	28.8	2.5	I ₂ C ₁ M ₃ 14 ₃	28.8	1.6	I ₂ C ₁	
B21	32.0	2.8	I ₂ C ₁ M ₂	34.4	1.9	I ₂ C ₁	
B22	28.8	3.1	I ₂ C ₁ 14 ₃	32.0	1.9	I ₂ C ₁	
C	30.4	2.2	I ₂ C ₁ M ₃	35.0	1.7	I ₂ C ₁	
R	34.4	2.2	I ₂ C ₁ 14 ₃	40.0	2.0	I ₂ C ₁	
<u>Perfil P2</u>							
A1	26.0	1.3	I ₂ C ₁	29.2	0.4	I ₃ K ₁	
A2	28.0	1.2	I ₂ C ₁ M ₃	30.0	0.3	I ₃ K ₁	
B21	29.6	1.0	I ₂ C ₁ M ₃ 14 ₃	31.0	0.3	I ₃ K ₁	
B22	27.4	1.0	I ₂ C ₁	31.2	0.5	I ₃ K ₁	
C	27.4	0.9	I ₃ C ₁ 14 ₃	30.6	0.6	I ₃ K ₁ M ₃	
R	28.6	1.3	I ₂ C ₁ M ₃ 14 ₃	31.4	0.7	I ₃ K ₁	

(*) I = illita, C = caolinita, 14 = minerais de 14 Å, M = montmorilonita

Os índices referem-se a: 1 - maior do que 40%; 2 - entre 10 e 40%; 3 - menor do que 10%

Quadro 12 - Dados obtidos referentes a C.T.C., % de K₂O e raio-X das frações argila grossa e fina, dos perfis P3 e P4

argila grossa 2.0 - 0.2 micron		argila fina 0.2 micron				
Horizontes	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X
<u>Perfil P3</u>						
A1	27.2	1.3	I2 C1	31.4	0.5	I3 C1
A2	29.0	1.2	I2 C1 143	30.2	0.4	I3 C1
B21	29.0	1.1	I2 C1	30.0	0.7	I3 C1
B22	28.4	1.0	I2 C1	29.0	0.6	I3 C1
C	27.2	1.0	I2 C1 143	32.8	0.8	I3 C1 M3
R	28.6	1.4	I2 C1 143	38.4	0.8	I3 C1
<u>Perfil P4</u>						
A1	28.0	2.4	I2 C1 143	39.4	1.6	I2 C1 M3
A2	28.6	2.2	I2 C1 143	33.0	1.5	I2 C1
B21	27.2	2.1	I2 C1	38.6	1.6	I2 C1 M3
B22	32.0	4.0	I2 C1 143	36.0	2.0	I2 C1
C	32.0	4.0	I2 C1 143 M3	36.5	2.0	I2 C1
R	35.0	4.5	I1 C2 143 M3	38.0	2.0	I2 C1

(*) I = illita, C = caolinita, 14 = minerais de 14^o, M = montmorilonita
 Os numeros referem-se a: 1 - maior do que 40%; 2 - entre 10 e 40%; 3 - menor do que 10%

Quadro 13 - Dados obtidos referentes a C.T.C., % de K₂O e raio-X, das frações argila grossa e fina, dos perfis P5 e P6.

argila grossa 2.0 - 0.2 micron			argila fina 0.2 micron			
Horizontes	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X
<u>Perfil P5</u>						
A1	31.5	0.6	I3 C1 143	35.2	0.4	I3 C1
A2	30.0	0.5	I3 C1 143	35.0	0.3	I3 C1
B21	24.8	0.6	I- C1 M3	36.0	0.2	I3 C1
B22	32.8	0.6	I3 C1 M3	37.6	0.2	I3 C1
B3	38.0	0.6	I3 C1 M3	42.0	0.3	I3 C1 143
C	38.0	0.5	I3 C1 M3	46.8	0.4	I3 C1
<u>Perfil P6</u>						
A1	35.0	0.8	I3 C1 M3	52.8	0.3	I3 C1 143
A2	35.6	0.5	I3 C1 M3 143	50.1	0.3	I3 C1
B21	32.8	0.9	I3 C1 M3	49.6	0.3	I3 C1 143
B22	35.0	0.7	I3 C1 M3	49.0	0.3	I3 C1
C	36.2	0.7	I3 C1 M3	54.4	0.3	I3 C1 M3
R	37.0	0.5	I3 C1 143	44.0	0.3	I3 C1

(*) I = illita, C = caolinita, 14 = minerais de 14 Å, M = montmorilonita
 Os números referem-se a: 1 - maior do que 40%; 2 - entre 10 e 40%; 3 - menor do que 10%

Quadro 14 - Dados obtidos referentes a C.T.C., % de K₂O e raio-X, das frações argila grossa e fina, do perfil P7

Horizontes	argila grossa 2.0 - 0.2 microm			argila fina 0.2 microm		
	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X	C.T.C. e.mg/100g	K ₂ O%	Análise* de raio-X
A _p	33.0	0.7	I ₃ C ₁ 14 ₃	36.0	0.2	I ₃ C ₁ M ₃
B ₂₁	37.0	0.3	I ₃ C ₁ 14 ₃	43.6	0.1	I ₃ C ₁
B ₂₂	35.0	0.5	I ₃ C ₁ M ₃	39.2	0.3	I ₃ C ₁ M ₃
C	35.0	0.6	I ₃ C ₁ 14 ₃	37.0	0.4	I ₃ C ₁ 14 ₃
R	39.2	0.6	I ₃ C ₁ 14 ₃	39.2	0.4	I ₃ C ₁

(*) I = illita, C = caolinita, 14 = minerais de 14 Å, M = montmorilonita
 Os números referem-se a: 1 - maior do que 40%; 2 - entre 10 e 40%; 3 - menor do que 10%

la grossa como na fina, com teores acima de 40%. Os difratogramas (fig. 10 e 11) e os filmes (fig. 12) mostram os principais picos e raios dos minerais citados.

O teor de ilita, apresentado pelo perfil P₃ (Quadro 12), para a fração argila grossa, diminuiu sensivelmente em profundidade, até atingir o material de origem, mantendo-se, porém, acima de 10%. Nesta fração argila há predominância de caolinita, com valores acima de 40%. Os minerais do grupo de 14.0 Å ocorrem nos horizontes A₂ e C e na rocha subjacente, com teores inferiores a 10%. Na fração argila fina, o mineral dominante ainda é a caolinita, seguida por quantidades menores de ilita e montmorilonita. Os filmes (fig. 13) e os difratogramas (fig. 14 e 15) apresentam as distâncias características dos minerais citados.

O Quadro 12 mostra que o teor de ilita (perfil P₄), na fração argila grossa, apresenta valores sempre acima de 20%, atingindo, nos horizontes mais inferiores valores de 40%. As distâncias apresentadas pela ilita, são bem evidenciadas nas fig. 16, 17, 18 e 19. A montmorilonita e os minerais do grupo de 14.0 Å mostram dados inferiores a 10%. A quantidade de caolinita, na fração argila grossa, diminui em profundidade, apresentando, porém, quantidades acima de 40% nos horizontes edafizados. A fração argila fina indica resultados semelhantes aos da fração mais grosseira, com dominância de caolinita. O teor de ilita é sempre superior a 10%.

Os dados referentes aos minerais de argila do perfil P₅ são apresentados no Quadro 13. O teor de ilita deste perfil é muito baixo (menor que 10%). Nos difratogramas apresentados na fig. 21 os picos característicos da caolinita são bem evidentes, assim como a translocação de espaçamentos de 14.0 para 17.0 Å, característica da montmorilonita. Este mineral e os do grupo de 14.0 Å ocorrem em pequenas quantidades (menor que 10%). A caolinita predomina nas duas frações de argila, com valores superiores a 40%, o que

é evidenciado pelos filmes e difratogramas (fig. 20, 21 e 22).

Os resultados de K_2O , capacidade de troca de cátions e raios-X, referentes ao perfil P₆, são indicados no Quadro 13. Este solo apresenta uma distribuição de minerais semelhante ao perfil P₅. O teor de ilita é inferior a 10%. O mineral dominante neste perfil ainda é a caolinita, com valores sempre acima de 40%, nas duas frações argila. A montmorilonita ocorre em todos os horizontes edafizados da fração argila grossa, porém, com teores inferiores a 10%, sendo este mineral indicado pelo deslocamento do espaçamento basal de 14.0 para 17 Å (fig. 23). As fig. 23, 24 e 25 apresentam as distâncias características dos minerais citados.

O Quadro 14 apresenta os dados obtidos referentes às análises dos minerais de argila do perfil P₇. Este perfil, assim como os demais, apresenta a caolinita como o mineral dominante nas duas frações argila (grossa e fina) acima de 40%. Os picos e as raias a 7.2 e 3.5 Å são evidenciados nas fig. 26, 27 e 28. A montmorilonita e os minerais do grupo de 14.0 Å ocorrem nos horizontes A_p, B₂₂, C e A_p, B₂₁ e C respectivamente, apresentando teores abaixo de 10%.

Através dos resultados obtidos referentes à natureza e à quantidade de minerais de argila existentes nas frações argila grossa e fina, verifica-se que os perfis P₁, P₂, P₃ e P₄ ou seja, os perfis enquadrados no grupo I, também aqui, apresentam certas diferenças em relação aos perfis do grupo II. É evidente a variação que estes dois grupos de perfis indicam em relação ao teor de ilita. Os solos do primeiro grupo mostram, na fração argila grossa, teores de ilita sempre mais elevados do que 10%, ocorrendo horizontes nos quais os valores atingem 30 e mesmo 40%, como é o caso dos horizontes B₂₂ do perfil P₁ e B₂₂ e C do perfil P₄.

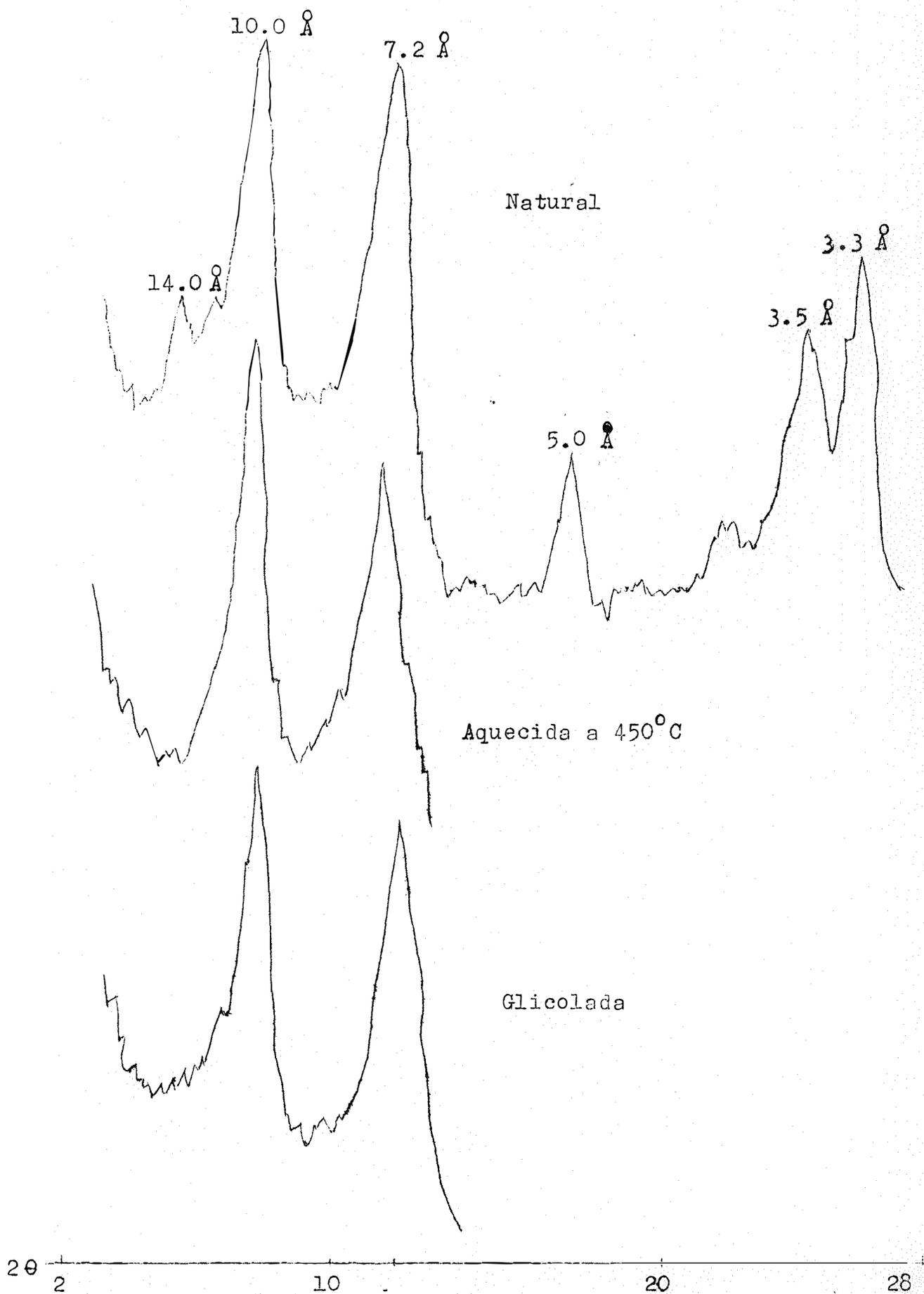


Fig.6 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P₁, horizonte A₂)

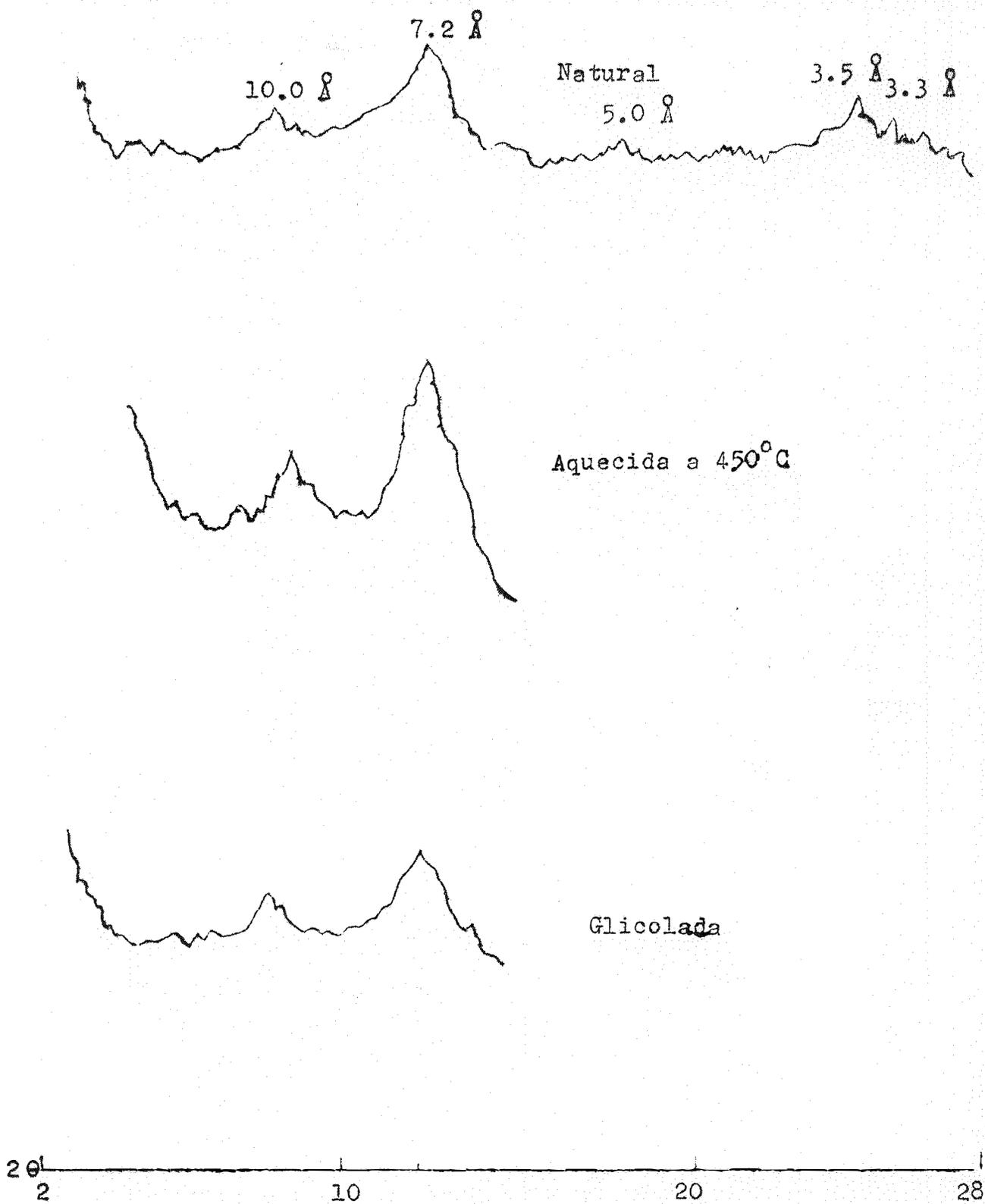


Fig. 7 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P₁, horizonte A₂).

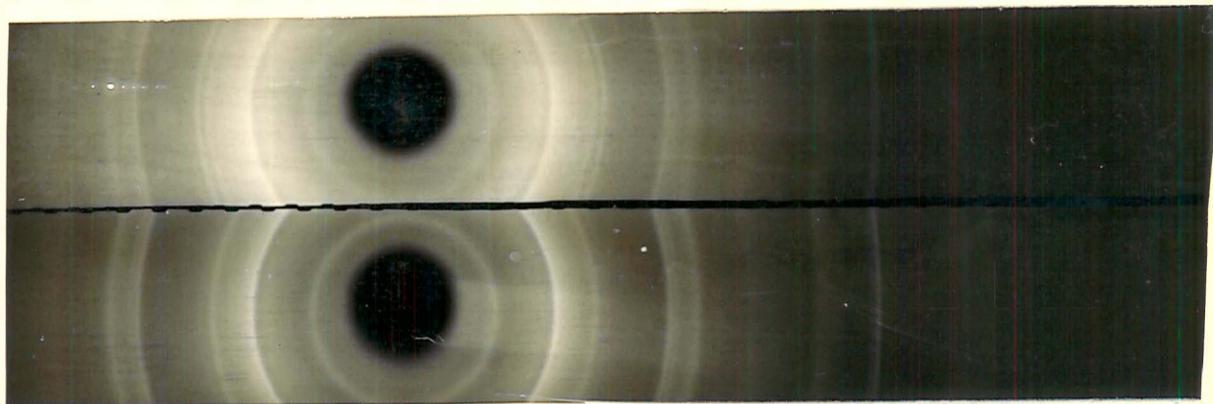


Fig. 8 - Difração dos raios-X (Perfil P₁, horizonte A₂, frações argila grossa e fina).

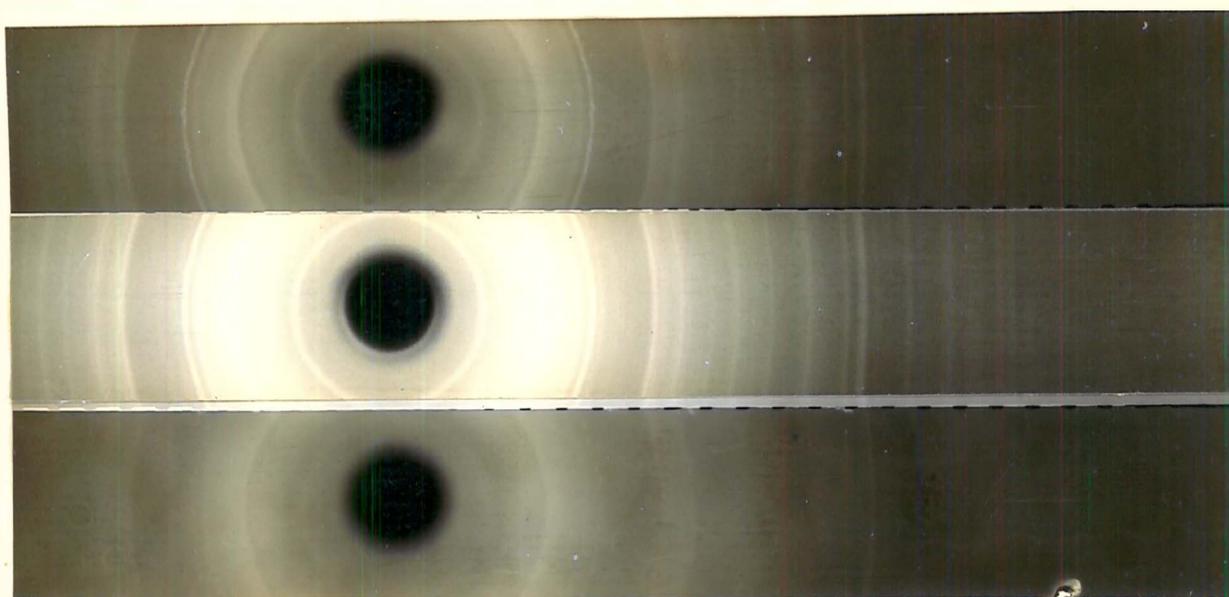


Fig. 9 - Difração dos raios-X (Perfil P₁, horizonte B₂₁. Fração argila grossa, padrão nº 120 e fração argila fina respectivamente)

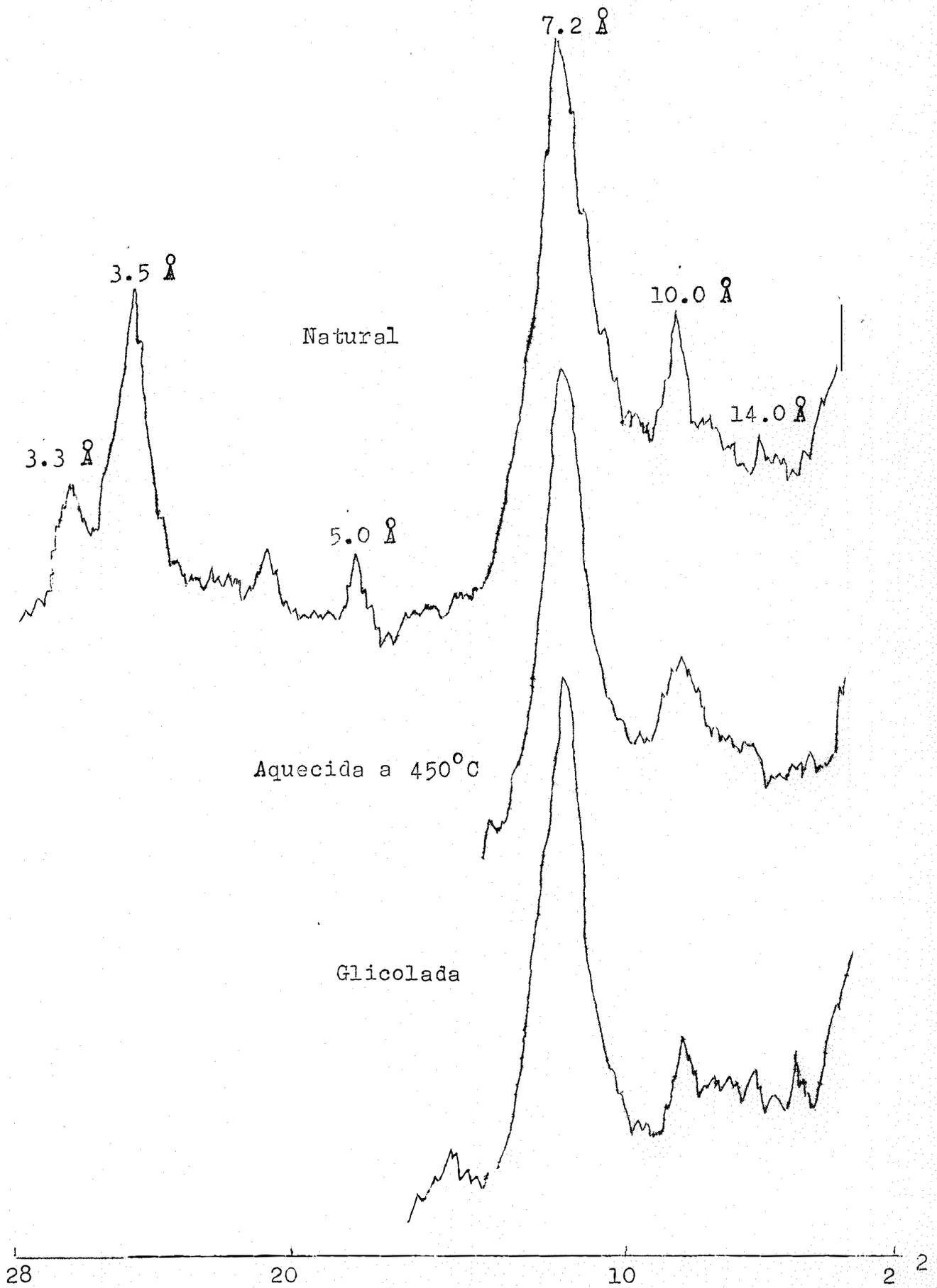


Fig.10 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P₂, horizonte B₂₁).

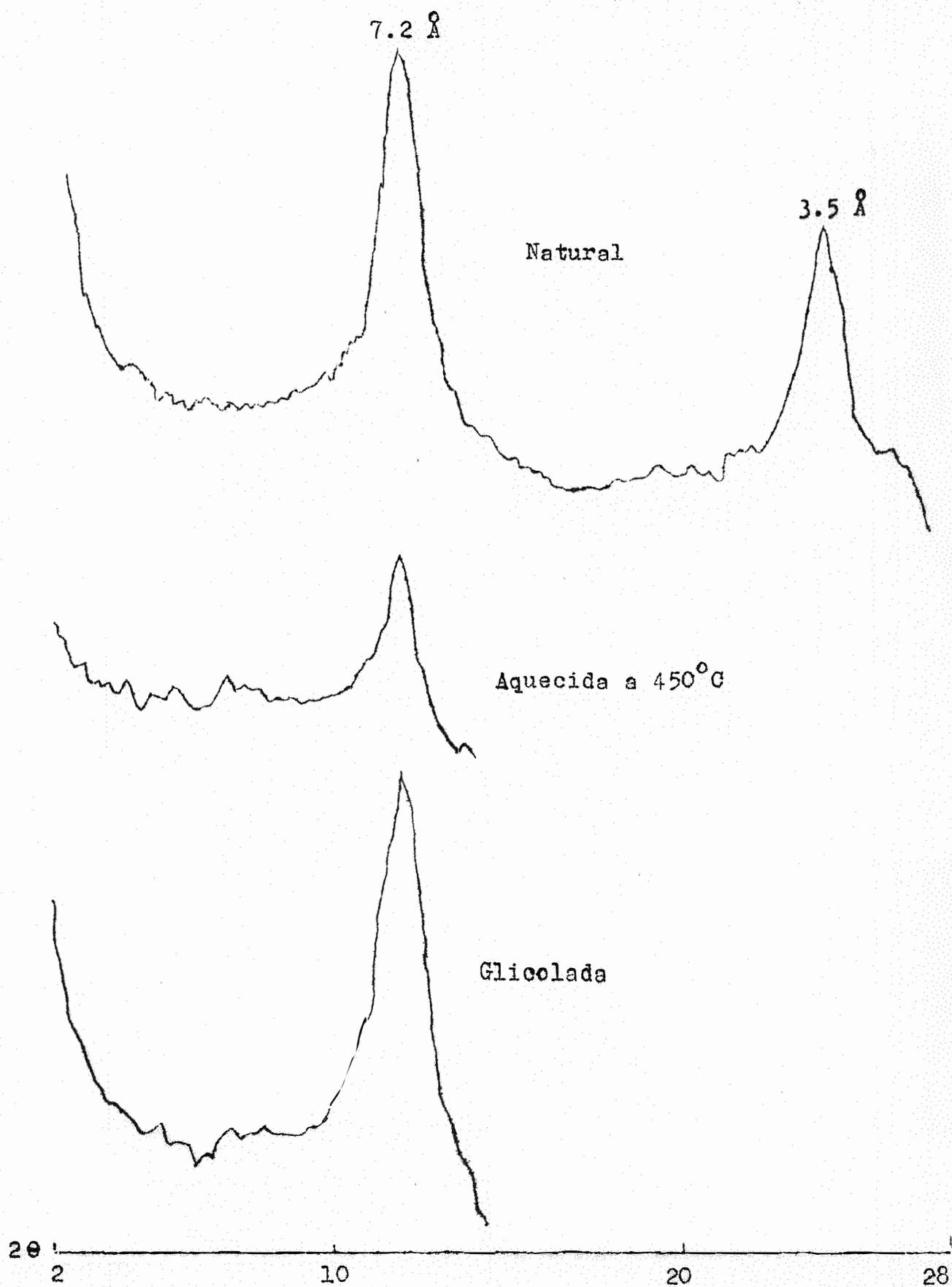


Fig. 11 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P₂, horizonte B₂₁).

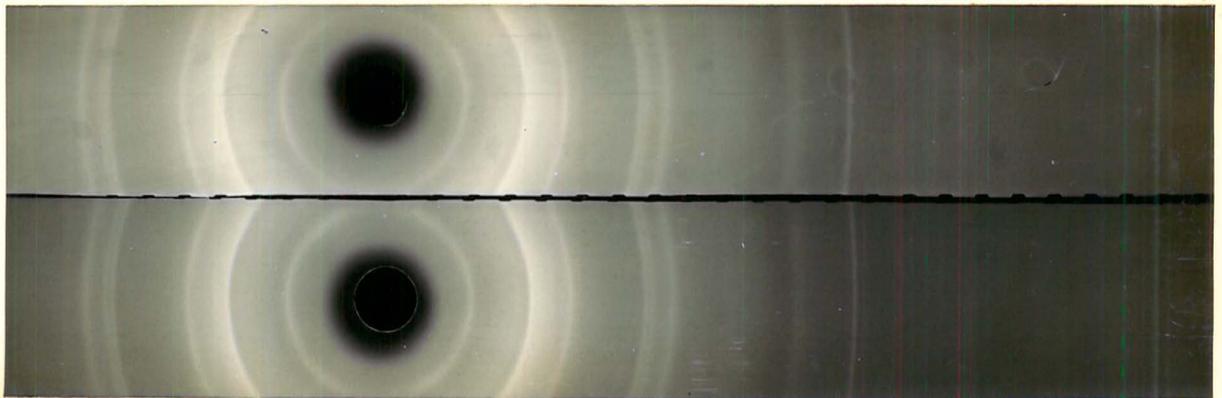


Fig. 12 - Difração dos raios-X (Perfil P₂, horizonte B₂₁, frações argila grossa e fina).

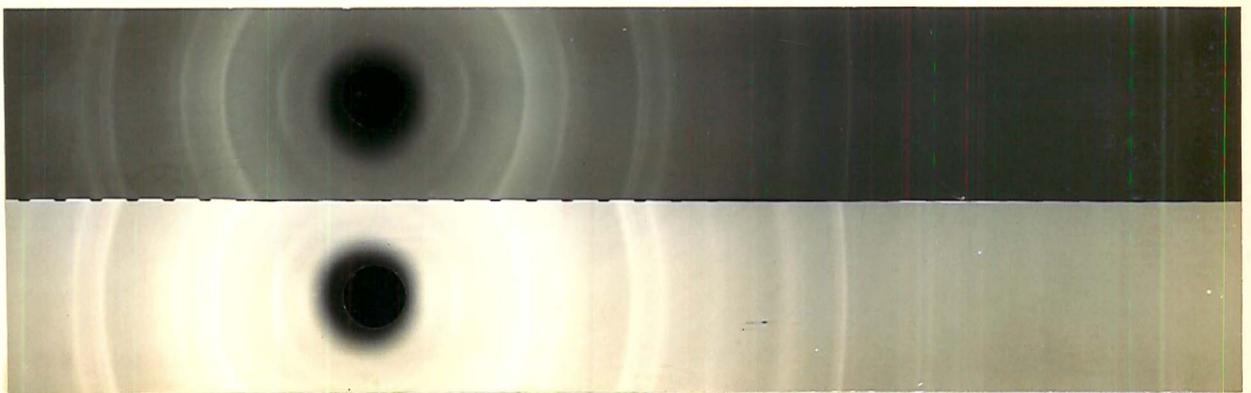


Fig. 13 - Difração dos raios-X (Perfil P₃, horizonte C, frações argila grossa e fina).

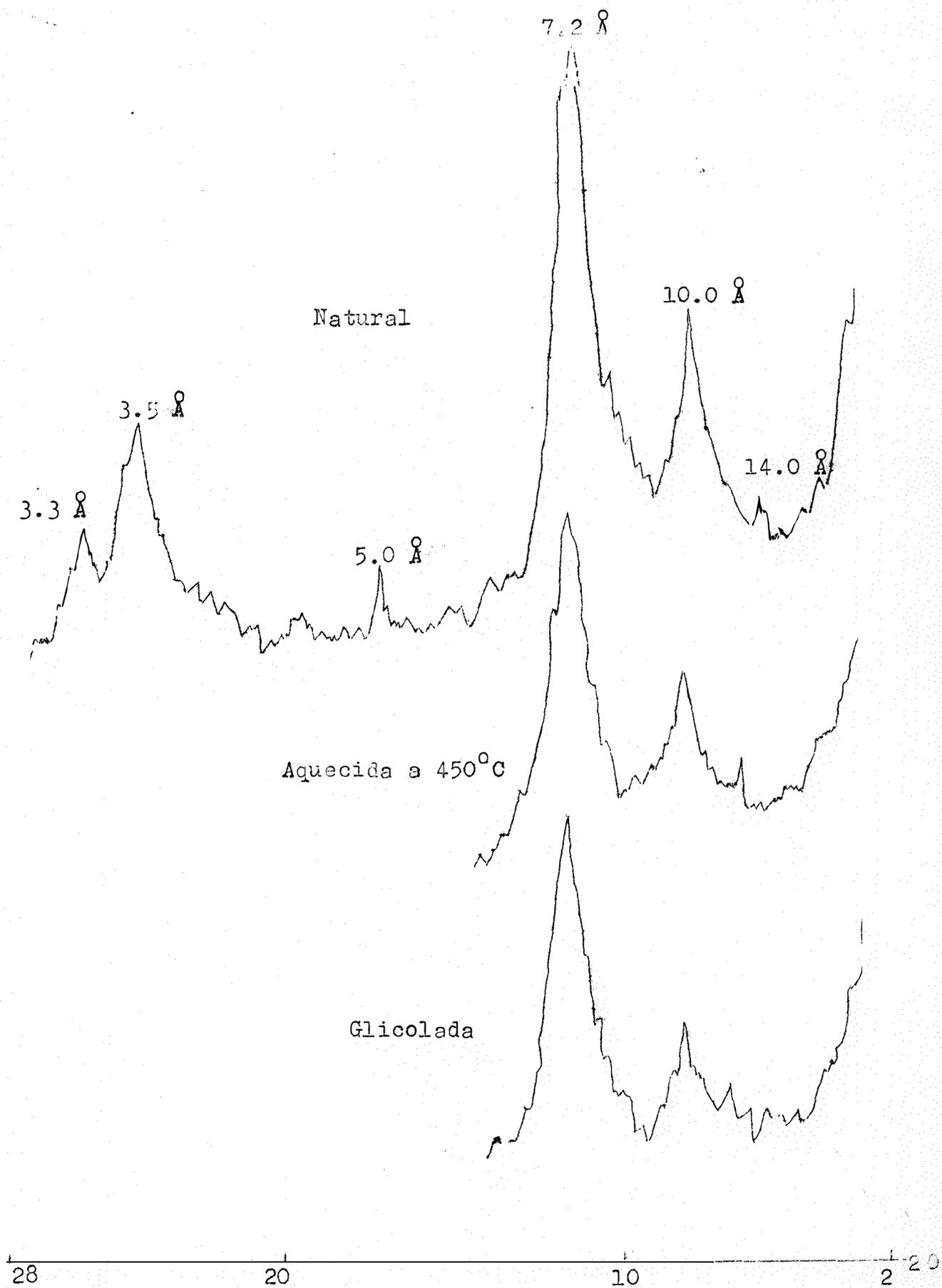


Fig. 14 - Difração dos raios-X da grão argila grossa (Perfil P₃, horizonte C).

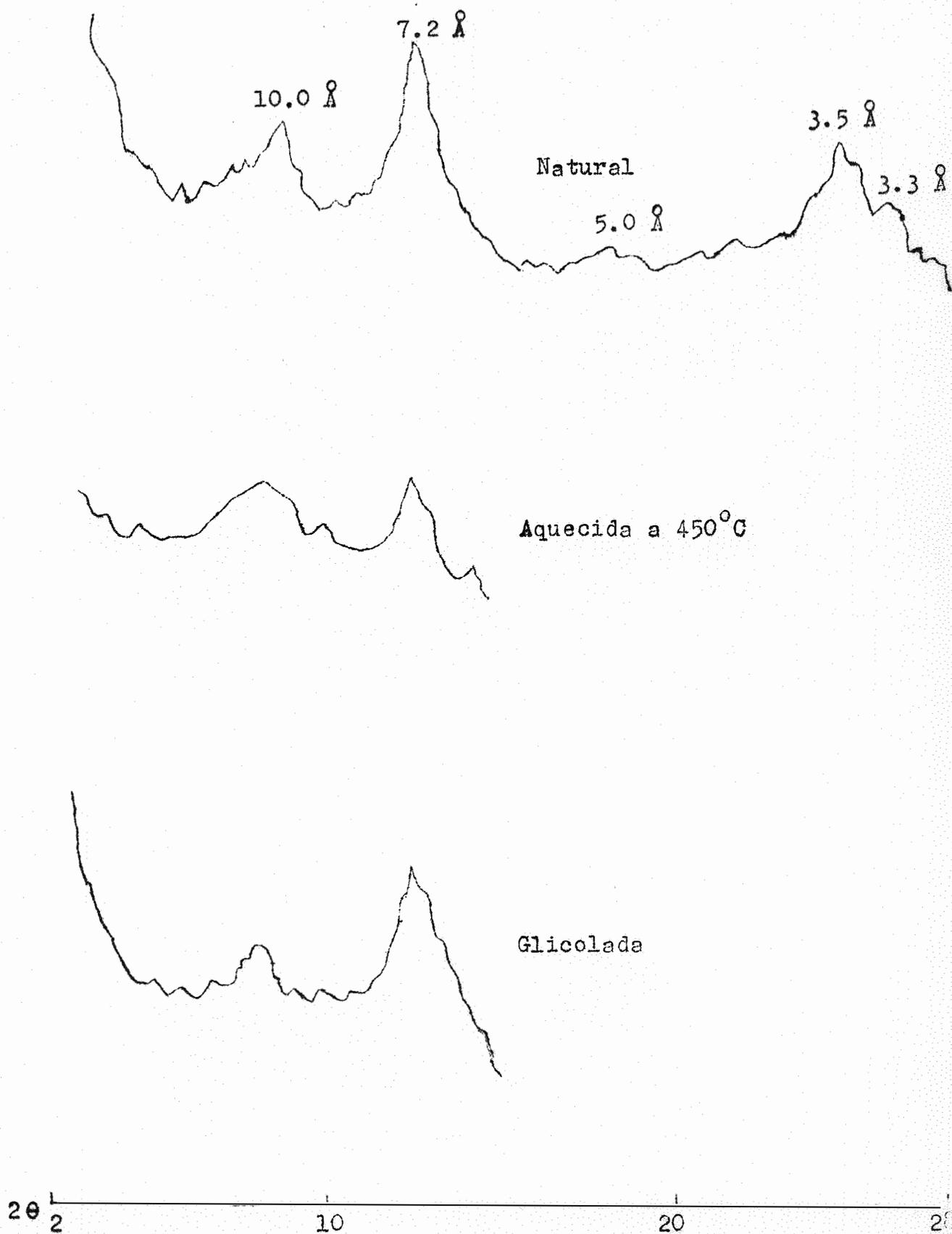


Fig. 15 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P₃, horizonte C).

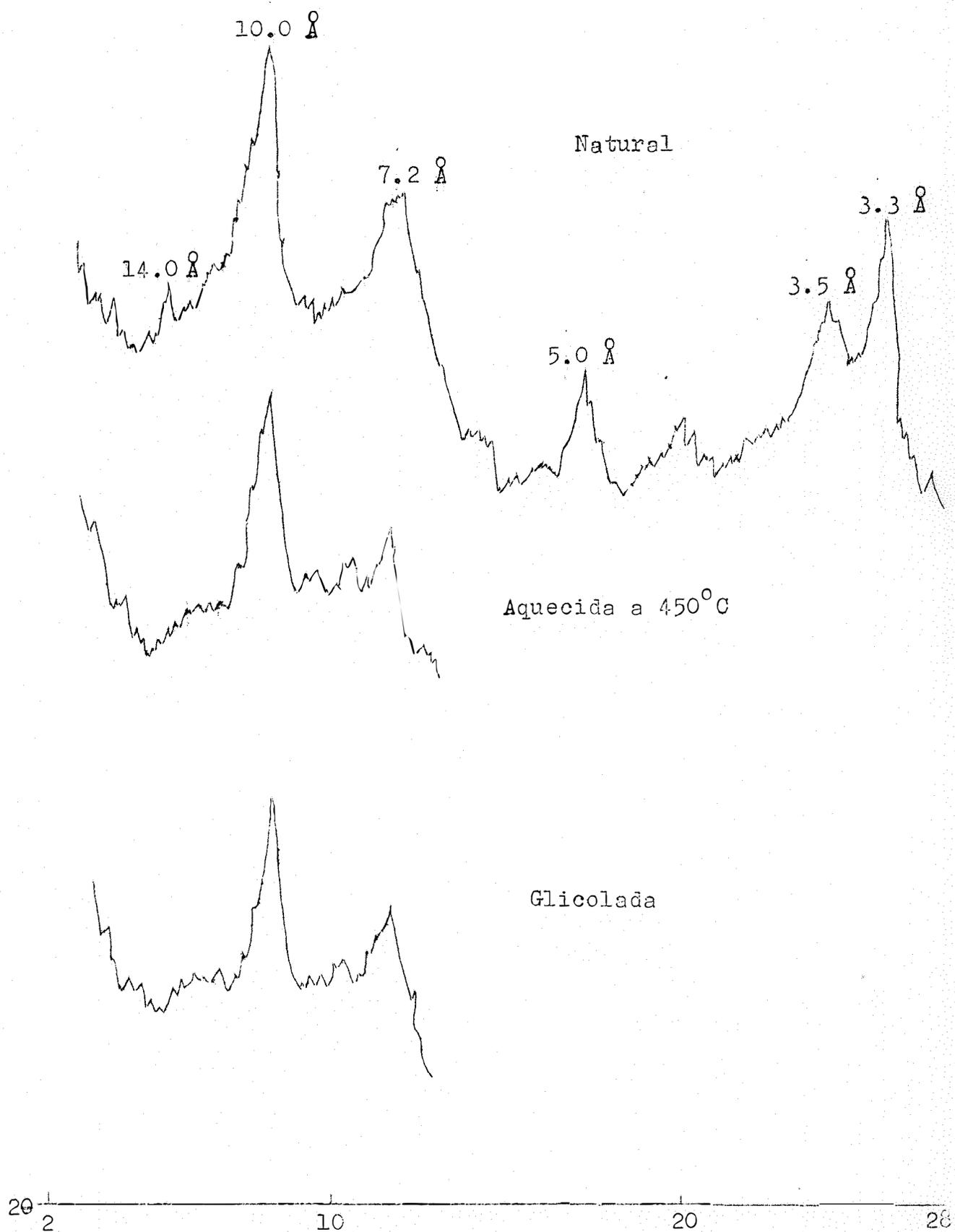


Fig. 10 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P₄ horizonte B₂₁)

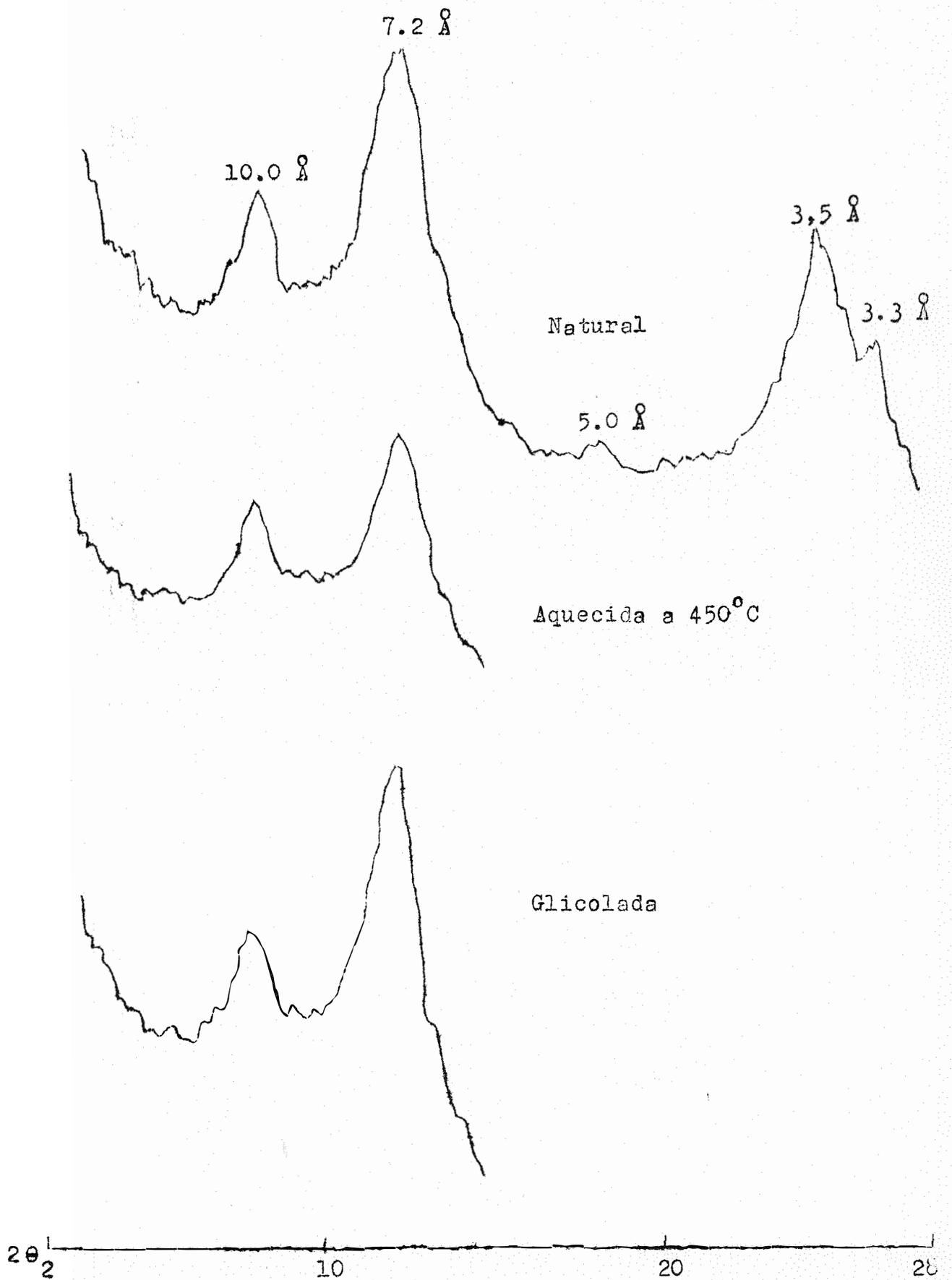


Fig. 17 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P4, horizonte B21).

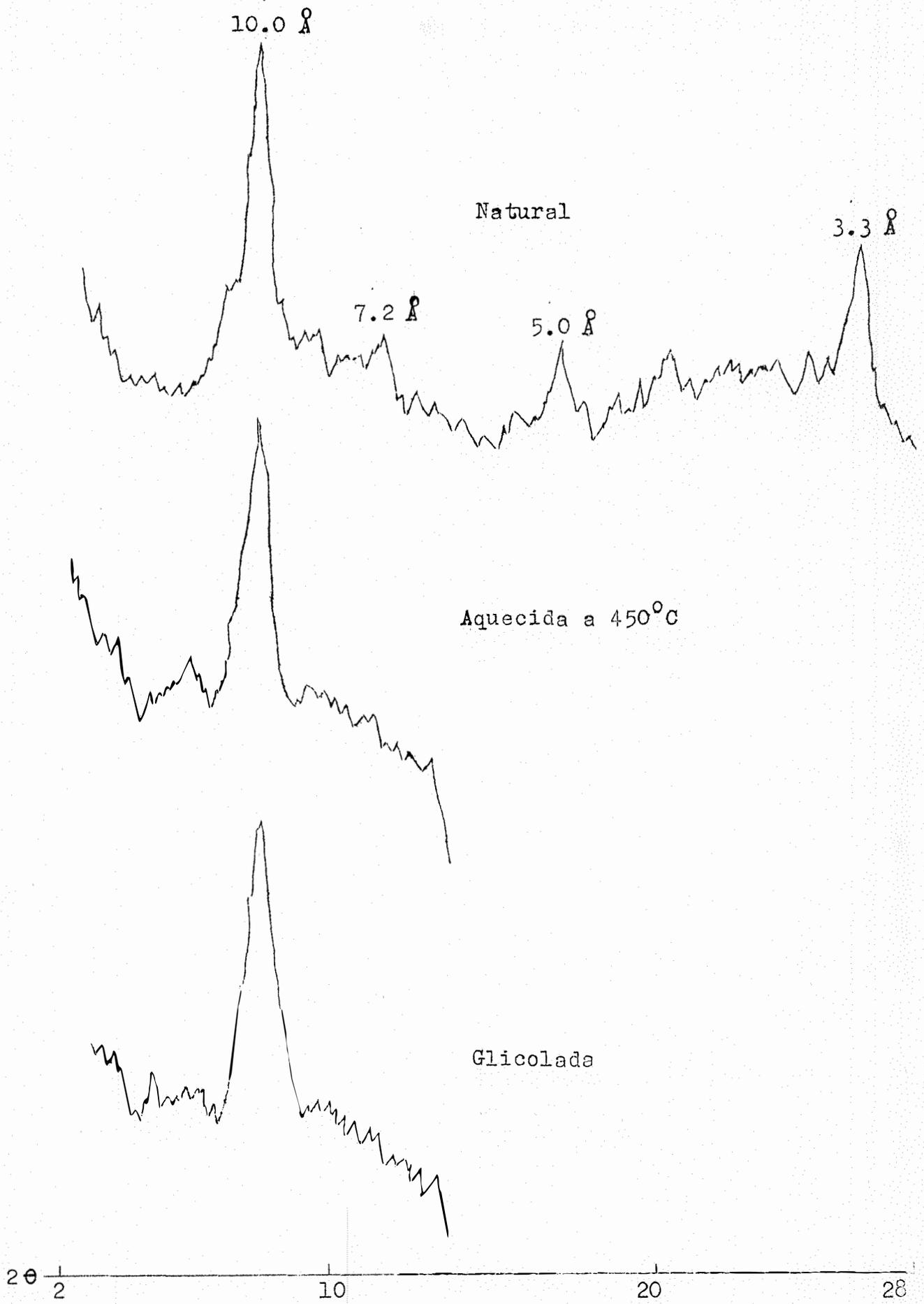


Fig. 18 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P₁, horizonte R)

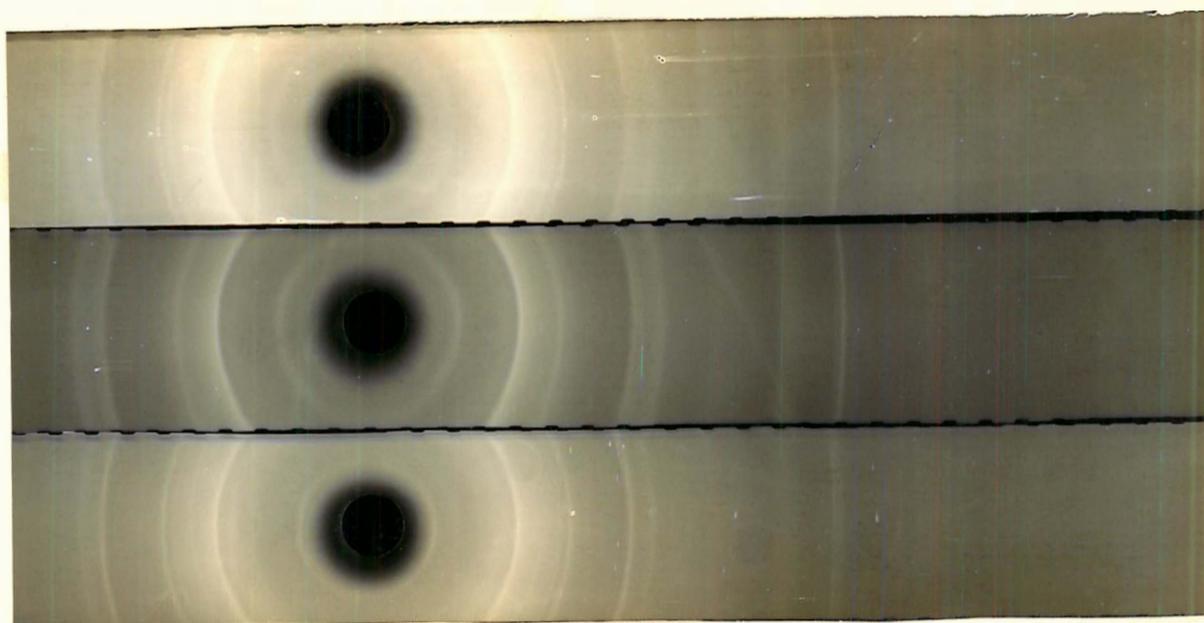


Fig. 19 - Difração dos raios-X (Perfil P₄, horizonte B₂₁, frações argila grossa e fina. Horizonte R, fração argila grossa).

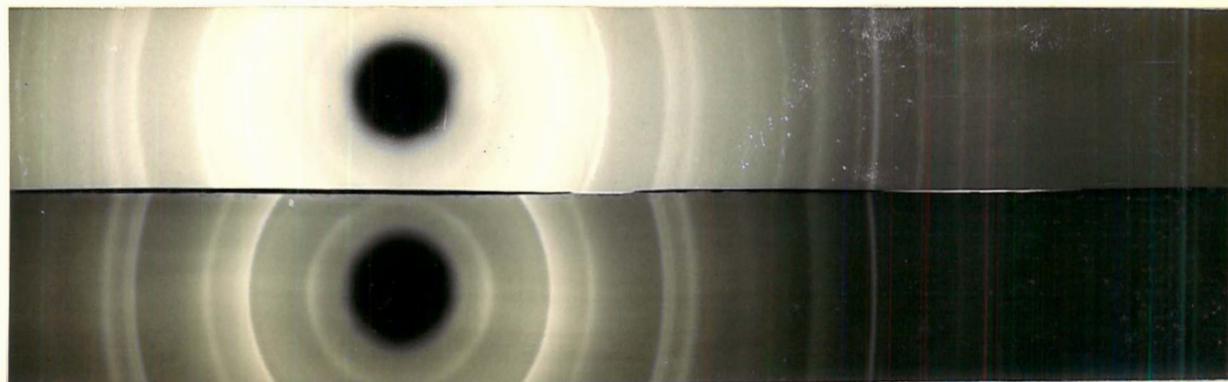


Fig. 20 - Difração dos raios-X (Perfil P₅, horizonte C, frações argila grossa e fina).

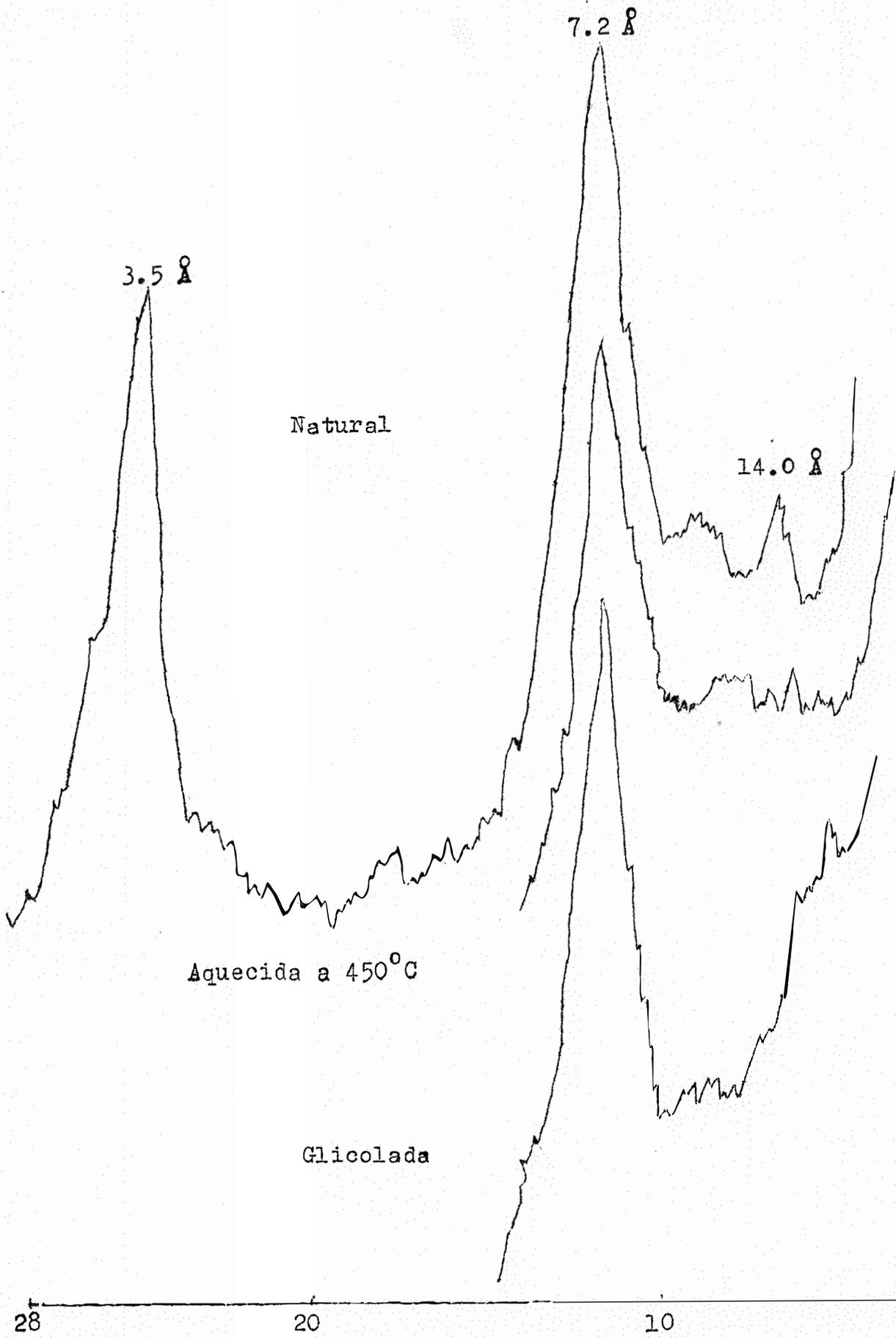


Fig. 21 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P₅, horizonte C).

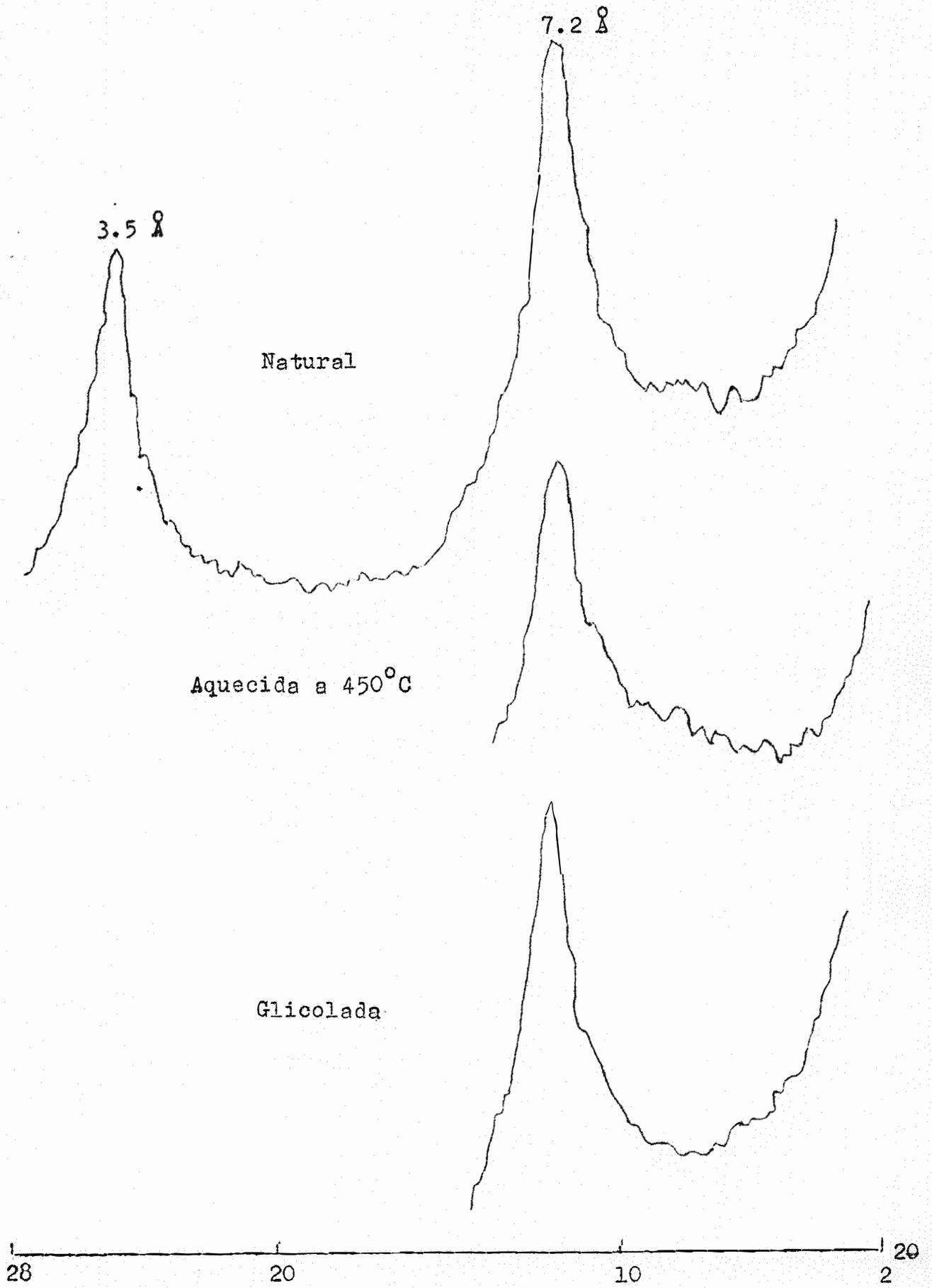


Fig. 22 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P5, horizonte C).

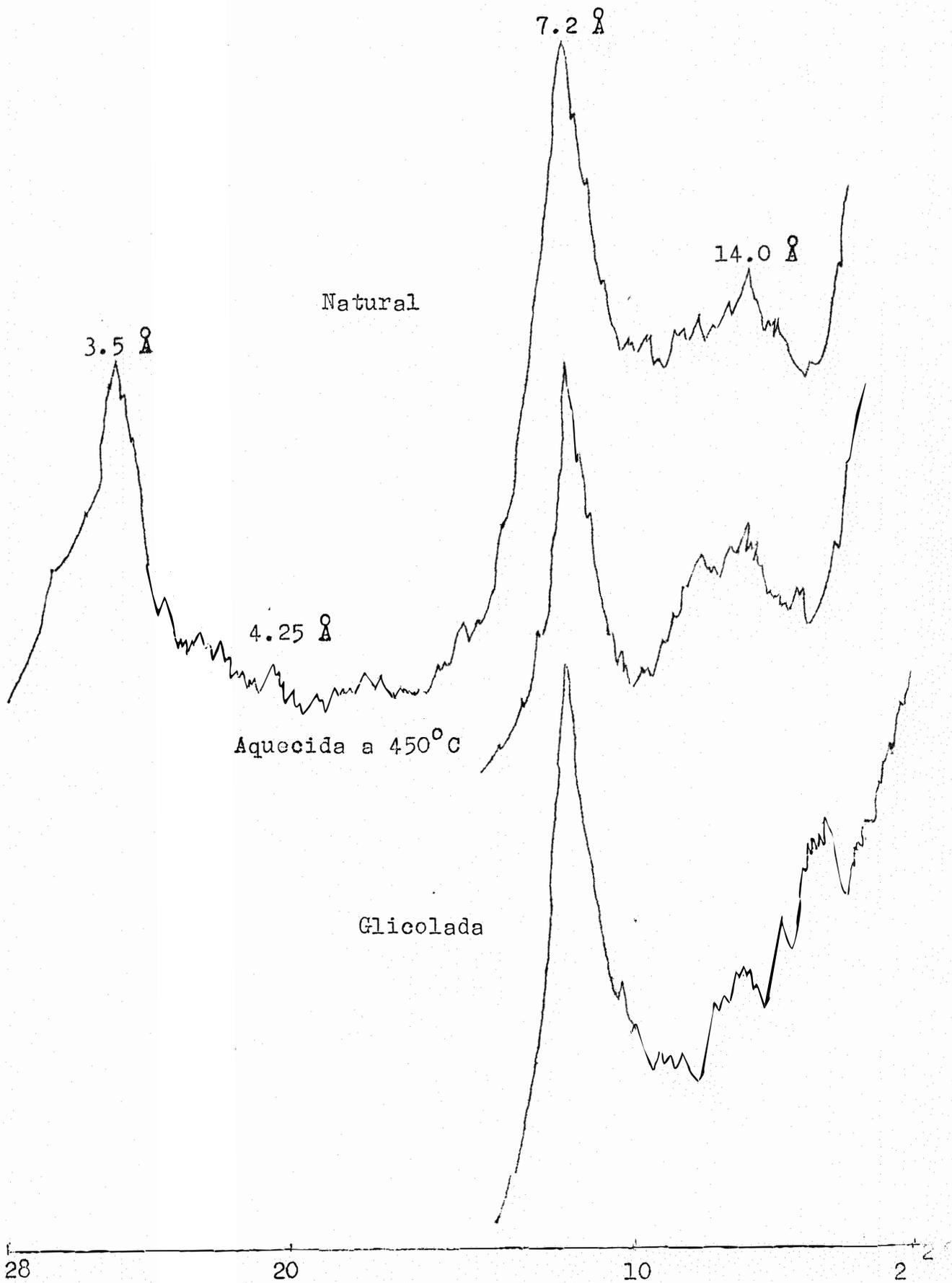


Fig. 23 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P6, horizonte B22)

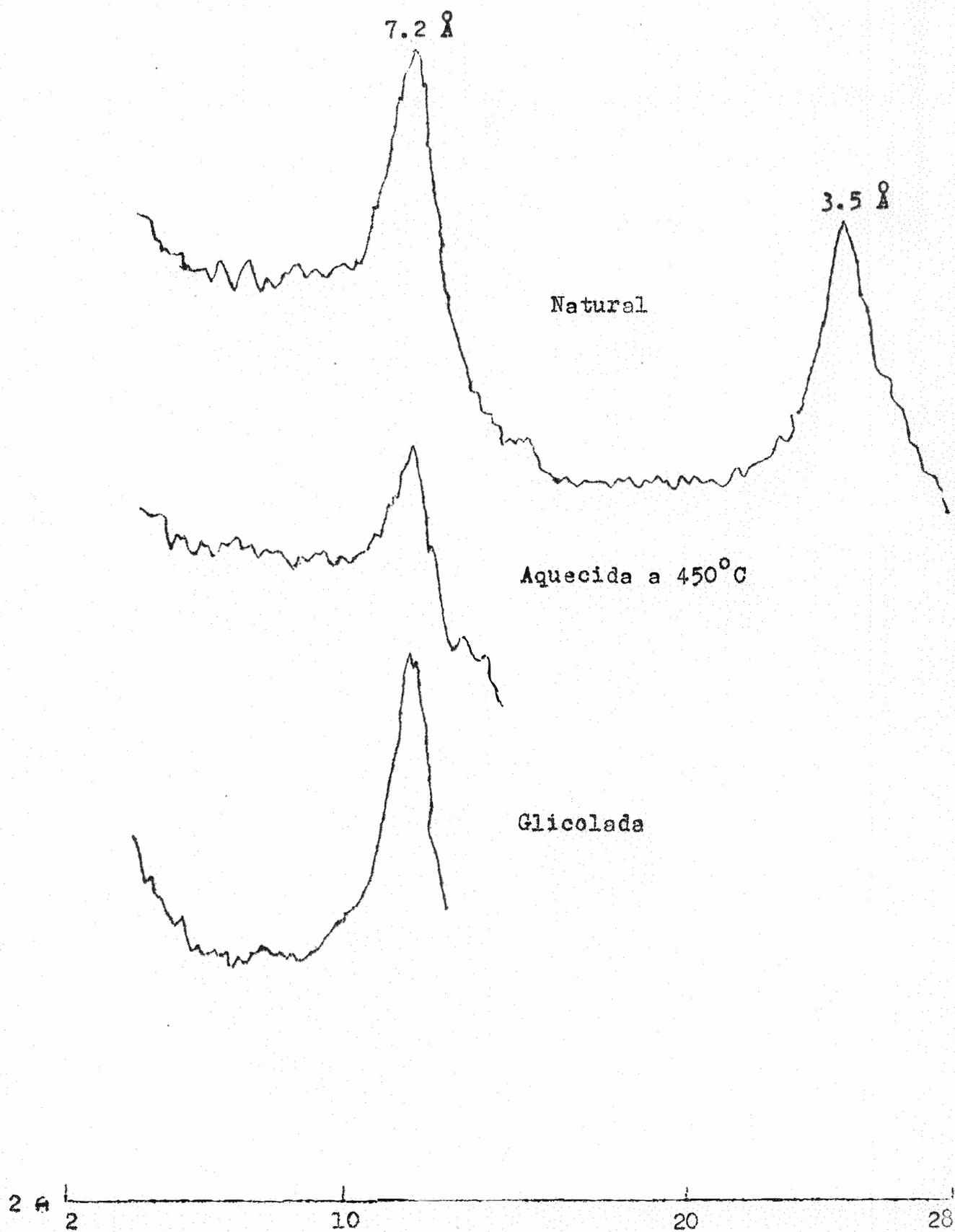


Fig. 24 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P6, horizonte B₂₂).

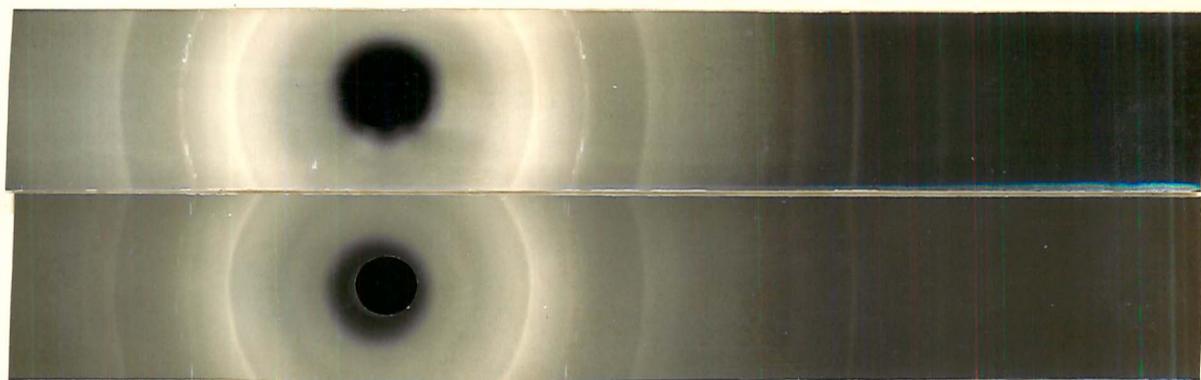


Fig. 25 - Difração dos raios-X (Perfil P₆, horizonte B₂₂, frações argila grossa e fina).

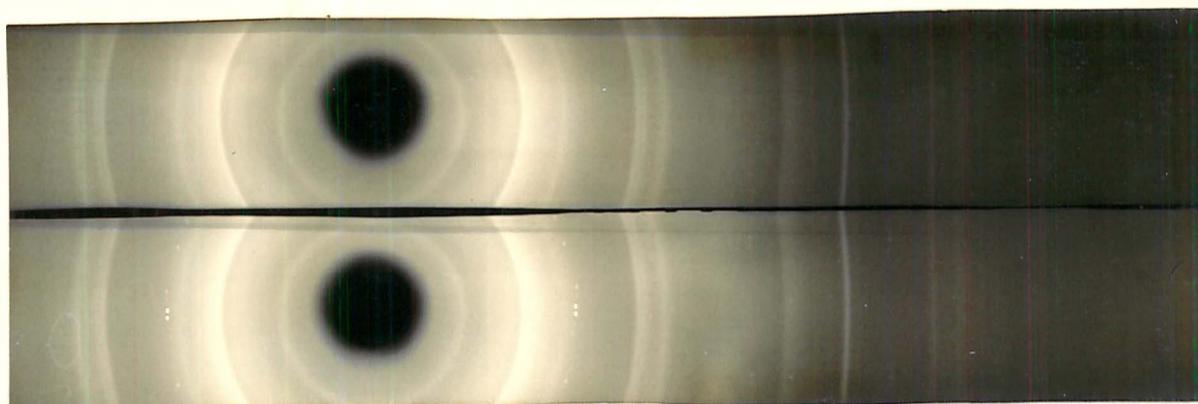


Fig. 26 - Difração dos raios-X (Perfil P₇, horizonte C, frações argila grossa e fina).

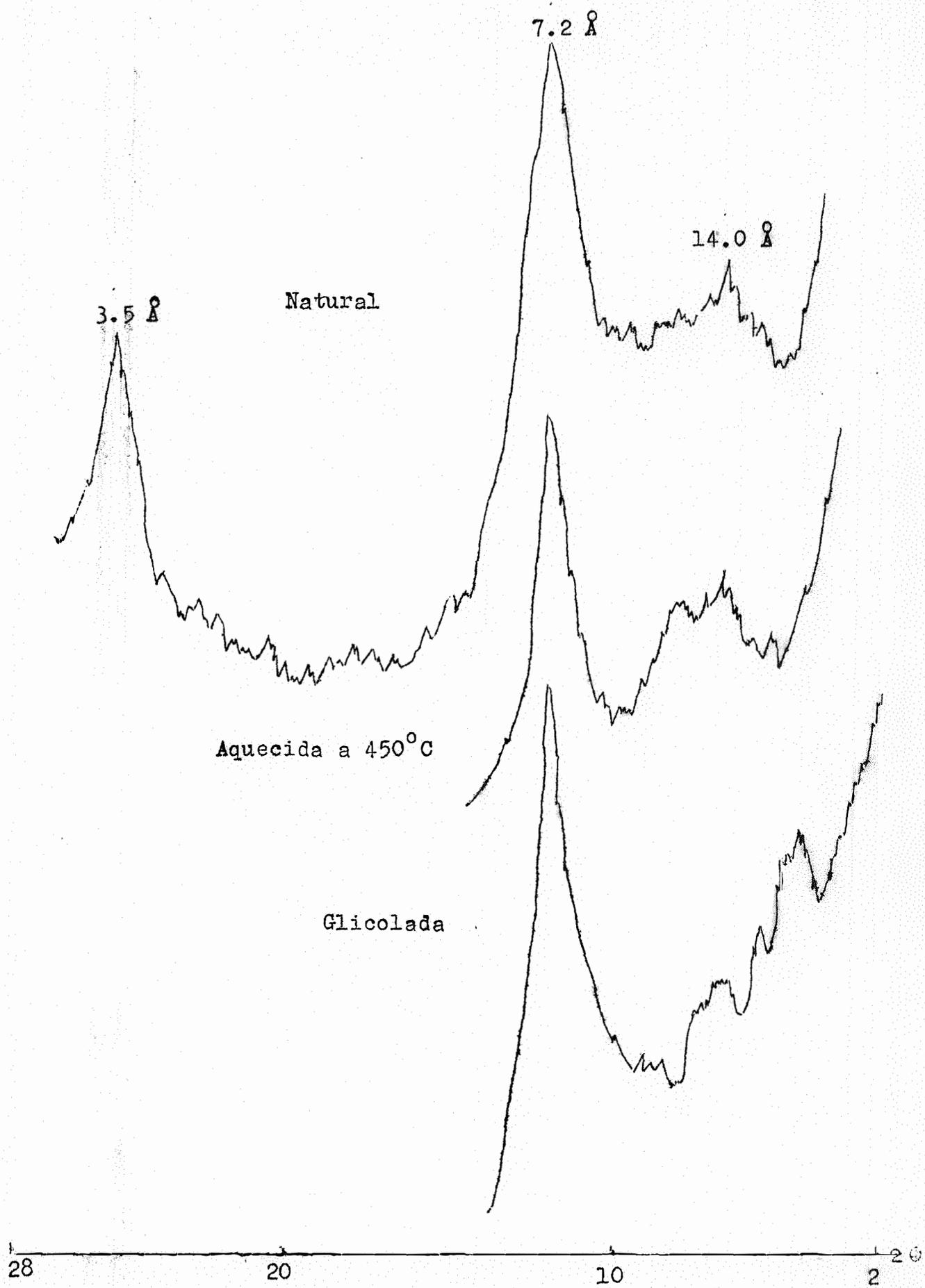


Fig. 27 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P7, horizonte C).

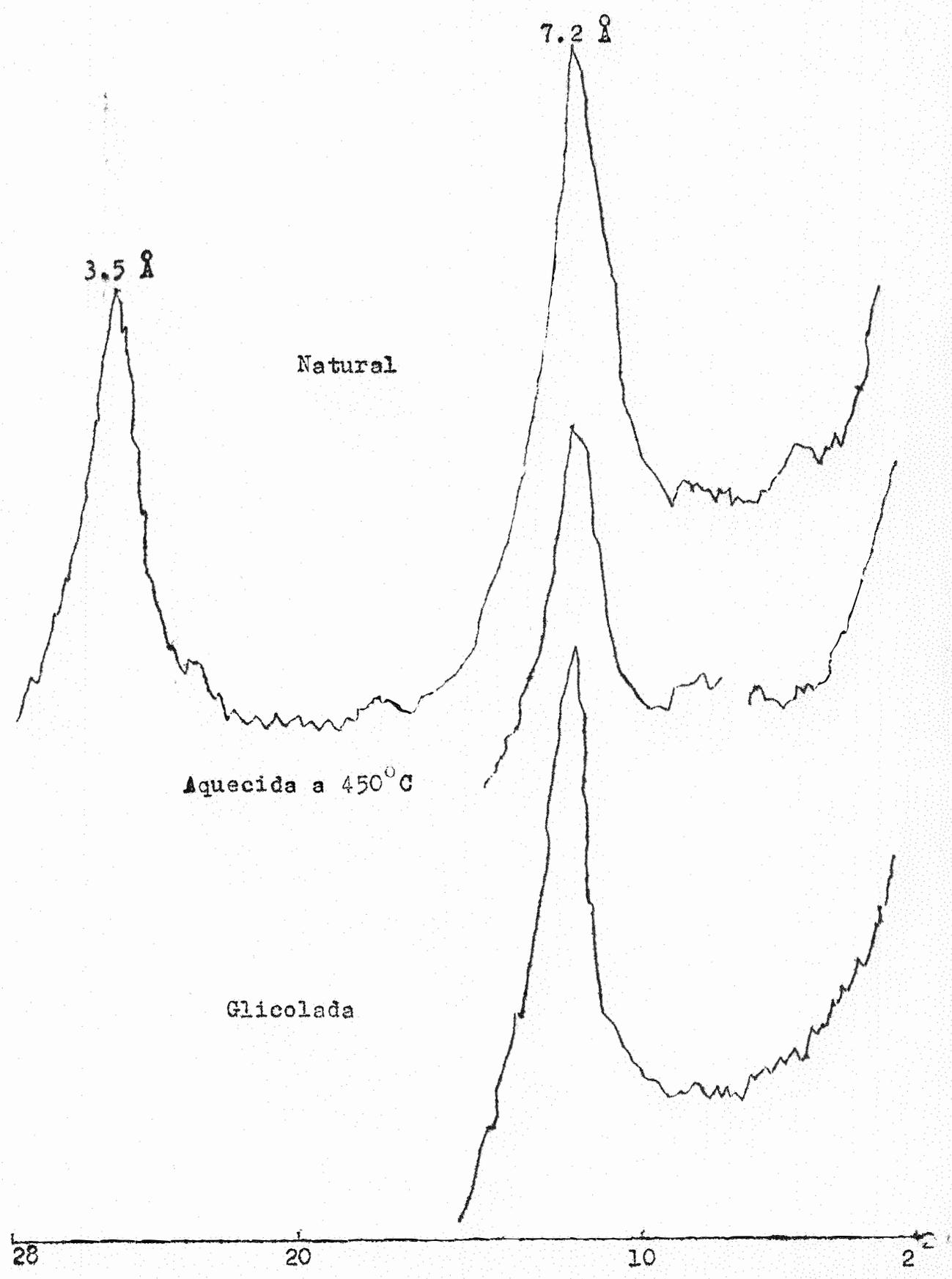


Fig. 28 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P7, horizonte C).

Os perfis de solos pertencentes ao grupo II, com propriedades semelhantes ao Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras, indicam em todos os horizontes uma dominância de caolinita (acima de 40%), seguida de minerais do grupo de 14 Å, de montmorilonita e de illita que se apresentam com quantidades normalmente inferiores a 10%. Estes resultados diferem daqueles indicados pela COMISSÃO DE SOLOS (12), referentes a um perfil descrito no município de Piracicaba.

A presença de illita, com teores sempre acima de 10%, montmorilonita e minerais do grupo de 14.0 Å nos solos do grupo I, tendem a afastá-lo do conceito central de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras.

4.4 - Classificação dos solos

O fato de que nos horizontes superficiais, principalmente Ap, dos quatro primeiros perfis, o teor de cálcio apresentar valores sempre mais elevados do que o íon H⁺ e o índice de saturação de bases ser sempre maior do que 50%, sugere a existência de um horizonte diagnóstico mólico. Devido, porém, ao grau de desenvolvimento da estrutura, estes horizontes foram classificados como ócrico. As características dos horizontes superficiais dos perfis P5, P6 e P7, possibilitam também a definição de um horizonte ócrico. Normalmente este epipedon está sobre um albico, com exceção do perfil P7.

Através dos dados de análise mecânica (Quadros 2, 3, 4 e 5, os horizontes eluviais apresentam teores de argila sempre inferiores a 15%, passando bruscamente para valores superiores a 18%. O conteúdo de argila fina destes solos, nos horizontes eluviais, é sempre superior aos valores apresentados pelos horizontes C corres

pondentes. Estas duas características definem, nos sete perfis, a existência de um horizonte diagnóstico de subsuperfície argílico.

O horizonte argílico dos perfis P₅, P₆ e P₇, apresenta um índice de saturação de bases inferior a 35%, e uma classe textural barro arenoso. Estes resultados aliados com o epipedon ócrico, permite classificar os solos do grupo II como Tipocrult psammentico (7ª APROXIMAÇÃO, 70), resultado este que concorda com RANZANI et al. (60).

Por outro lado, os perfis do grupo I, apresentam um valor superior a 35% na saturação de bases **no** horizonte argílico, enquadrando-se na ordem Alfisol. Devido às condições climáticas, principalmente subtropicais, aliadas aos valores de saturação de bases inferiores a 75% no horizonte argílico, estes solos são classificados como Tipustalf ocrúltico (7ª APROXIMAÇÃO, 70).

5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado e com os materiais e métodos empregados, os dados obtidos, analisados e interpretados, permitiram que se chegasse às seguintes conclusões:

5.1 - Análise mecânica e índice textural do solo

- a) a variação média extrema do teor de limo dos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, no horizonte B₂, foi de 9.70 ± 0.33 a $21.06 \pm 0.50\%$, contra 5.23 ± 0.06 a $6.97 \pm 0.17\%$ para os demais solos;
- b) a variação média extrema do teor de argila dos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, no horizonte B₂, foi de 27.05 ± 0.89 a $34.95 \pm 0.88\%$ contra 14.89 ± 0.92 a $18.35 \pm 0.59\%$ para os demais solos;
- c) a classe textural, dos horizontes B e C, dos quatro primeiros perfis é "barro argilo arenoso", enquanto que, para os demais solos, é barro arenoso;
- d) os perfis P₅, P₆ e P₇, apresentam origem diferente dos demais solos;
- e) as médias do grau de assimetria e curtose, para os perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, são de $+1.38 \pm 0.281$ e $+0.76 \pm 0.061$ contra $+0.21 \pm 0.208$ e $+2.33 \pm 0.183$ para os perfis restantes.

5.2 - Análise química do solo

- a) A variação do teor de Ca⁺⁺, nos horizontes A e B, dos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, é de 5.02 ± 0.226 a 1.44 ± 0.019 e 5.64 ± 0.267 a 2.16 ± 0.085 e.mg/100g, enquanto que nos perfis restantes, a variação é de 1.70 ± 0.056 a 0.26 ± 0.023 e 1.48 ± 0.021 a 0.10 ± 0.015 e.mg/100g;
- b) o índice de saturação de bases, nos horizontes A e B, dos quatro primeiros perfis é sempre superior a 50%, en

quanto que, para os demais solos este índice é normalmente inferior a 50%.

5.3 - Análise mineralógica

- a) O teor de ilita, na fração argila grossa, dos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, é normalmente superior a 10%, sendo inferior a este valor nos demais solos;
- b) a caolinita foi o mineral dominante nas frações argila grossa e fina de todos os perfis, com valores sempre superiores a 40%;
- c) a montmorilonita, assim como os minerais do grupo 14 Å, apresentaram teores normalmente inferiores a 10% na fração argila grossa;
- d) o quartzo não foi encontrado em nenhuma das frações argila.

5.4 - Classificação dos solos

- a) Os solos designados como P₅, P₆ e P₇ são os representativos modais da série Ibitiruna;
- b) os perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, não se enquadram nos padrões propostos para a série Ibitiruna e para o Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras;
- c) os perfis P₁, P₂, P₃ e P₄ foram classificados como Tipustalf ocrúltico;
- d) os perfis P₅, P₆ e P₇ foram classificados como Tipocrult psammentico.

6 - RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade o estudo morfológico, físico, químico e mineralógico da série Ibitiruna (RANZANI et al. 60), pertencente ao grande grupo Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras (COMISSÃO DE SOLOS, 12), unidade esta, largamente distribuída no Estado de São Paulo e no município de Piracicaba.

Foram coletados, na área de ocorrência da série Ibitiruna, sete perfis de solos, designados por perfis P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆ e P₇. As amostras dos horizontes foram colhidas a partir da superfície do solo até a rocha, sendo realizadas nestas camadas análises mecânica e química. A fração argila foi separada por sedimentação, sendo posteriormente, dividida em duas sub frações: 2 a 0.2 micron e menor que 0.2 micron, argila grossa e fina respectivamente.

O material obtido nestas duas frações, sofreram determinações químicas (% de K₂O e capacidade de troca de cátions) e determinações de raio-X (obtenção de difratogramas, com o auxílio do contador Geiger, e filmes, pelo método do pó). Através destes resultados, foi efetuado o reconhecimento dos minerais de argila assim como estimativa semi quantitativa.

As análises químicas dos solos, indicam que há uma uniformidade entre os dados dos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄. O teor de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ apresentados por estes solos é normalmente mais elevado do que o dos demais perfis estudados; o índice de saturação de bases apresenta valores superiores a 50% nos horizontes A, B e C, enquanto que, para os perfis restantes, este índice é normalmente inferior a 50%.

Os dados referentes a análise mecânica, revelam que os quatro primeiros perfis apresentam resultados uniformes, diferindo, porém, dos demais solos estudados. A variação média extrema do teor de limo desses perfis, nos horizontes B₂ é de 9.70 ± 0.33 a 21.06 ± 0.50% contra 5.23 ± 0.06 a 6.97 ± 0.17% para os perfis P₅, P₆ e P₇.

Em relação ao conteúdo de argila, a variação média extrema do horizonte B₂ é de 27.05 ± 0.89 a 34.95 ± 0.88% enquanto que, nos

solos restantes, estas médias são de 14.89 ± 0.92 a $18.35 \pm 0.59\%$.

As características morfológicas dos horizontes iluviais, pertencentes aos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄, são diferentes dos demais solos no que diz respeito à cor, ao grau de desenvolvimento da estrutura, ao grau da cerosidade, à consistência e à classe textural. Os valores do coeficiente de seleção e grau de assimetria dos perfis P₅, P₆ e P₇ indicam que são solos de sedimentos "muito bem selecionados" e de origem diferente dos perfis restantes.

A análise mineralógica das frações argila grossa e fina, referentes à natureza e à quantidade dos minerais de argila, indica, também neste caso, uma diferença marcante entre os perfis P₁, P₂, P₃ e P₄ e os perfis P₅, P₆ e P₇. Nos quatro primeiros solos, o teor de ilita, na fração argila grossa é sempre maior do que 10%, sendo que, em certos horizontes, apresenta teores de 30% e mesmo 40%. Nos demais perfis, este teor é sempre inferior a 10%. Quanto aos outros minerais de argila, não há diferença quanto a natureza destes nos sete perfis estudados. A caolinita é o mineral dominante nas duas frações de argila (grossa e fina), com teores sempre acima de 40%. A montmorilonita e os minerais de 14 Å normalmente ocorrem com valores inferiores a 10%.

Através dos dados obtidos, foi possível separar os sete perfis em dois grupos de solos distintos. O primeiro, representado pelos perfis P₁, P₂, P₃ e P₄ que não se enquadram nas descrições da série Ibitiruna e nem nas de seu grande grupo correspondente, sendo classificado como Tipustalk ocrúltico. Por outro lado, os perfis P₅, P₆ e P₇, que formam o segundo grupo, são os representantes modais da série Ibitiruna, classificado como Tipocrult psammentico.

7 - SUMMARY

A morphological, physical, chemical and mineralogical study was conducted on soil profiles of the series Ibitiruna (RANZANI, et al., 60). These soils belong to the Great Soil Group Red-Yellow Podzolic, Laras variety, and are generally found throughout the state of São Paulo and Piracicaba municipality.

Seven profiles were collected within, the areas where Ibitiruna series occur; these were labeled profiles P₁ through P₇. The soil horizons were sampled individually in each profile from the surface down to the rock bed. The samples were analysed chemically and their mechanical composition determined. The clay fraction was subdivided by centrifugation in coarse and fine clay with 0.2 micron as their limit of separation.

The identification of clay minerals in the two fractions and a semiquantitative analysis was done by interpretation of the results obtained from chemical analysis (% of K₂O and cation exchange capacity) and X-ray analysis (diffratogram using a Geiger counter and films using the powder method).

Soil profiles P₁, P₂, P₃ and P₄ were found to be similar on the basis of chemical analysis of horizon samples. These profiles had a higher Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ content when compared with profiles P₅, P₆ and P₇. Furthermore horizons A, B and C had % base saturation over 50% whereas the same horizons from profiles P₅, P₆ and P₇ invariably had a percent base saturation value lower than 50%.

Data from mechanical analysis, indicate a more uniform composition among profiles P₁ through P₄. And these differed significantly from the other three profiles studied. The first group of profiles had an average clay content for the B₂ horizon varying from 27.05 ± 0.89 to 34.95 ± 0.88% whereas for the second group it varied from 14.89 ± 0.92 to 18.35 ± 0.59%.

Field description of the illuvial horizons of these soils confirmed the division of the seven profiles in two groups made according to analytical results.

The sorting coefficient and skewness for profiles P5, P6 and P7 indicate that these soils differ genetically from the other group of profiles and that their sediments have a high degree of selectivity.

A significant difference was found between the two groups of profiles in regards to the nature and content of clay minerals in the fine and coarse clay fractions. Illite is always over 10% in coarse clay from profiles P1, P2, P3 and P4 (in some horizons it reaches 30 and 40%) whereas in profiles P5, P6 and P7 it is never more than 10%. Caolinite is however the predominant clay mineral in both clay fractions with values up to 40%. Montmorillonite and 14 Å mineral were always less than 10%.

The discrimination of seven profiles into two different groups is indicated conclusively by the data. The first group including profiles P1, P2, P3 and P4 are not part of Ibitiruna series. Interpretation of the data led to the reclassification of these profiles as belonging to a different Great Group namely Tipustalf ocrultic. Profiles P5, P6 and P7 comprising the second group are typical profiles of Ibitiruna series and were classified as Tipocrult psammentic.

8 - BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1 - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - Index to the X-ray powder data file. Philadelphia, A.S.T.M. 1955.
- 2 - BORST, R.L. - A mineralogical study of some lower devonian. (Helderberg) rocks of the central Hudson Valley, New York. Jour. of Sedimentary Petrology. 36: 775-793. 1966.
- 3 - BREWER, R. - Fabric and Mineral Analysis of Soils - John Wiley & Sons, Inc., New York, London - Sydney. 1964.
- 4 - BRINDLEY, G.W. - X-ray identification and crystal structures of clay minerals - London. The Mineralogical Society. 1951.
- 5 - _____ and K.ROBINSON - The chlorite minerals - In X-ray Identification and Structure of clay Minerals. Mineralogical Society, London. 1961.
- 6 - BROWN, G. - Nomenclature of the mica clay minerals - In X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society, London. 1961.
- 7 - BUCKMAN, H.O., and N.C. BRADY - Natureza e Propriedades dos Solos - Programa de Publicações Didáticas - USAID - Rio de Janeiro. 1967.
- 8 - BUOL, S.W., and M.S. YESILSOY - A Genesis Study of a Moheve Sandy Loam Profile - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 254-256. 1964.
- 9 - CARROLL, D., and J.C. HATHAWAY - Clay minerals in a limestone soil profile - Clays and clay Minerals. Natl. Acad. Sci - Nat. Res. Council. 1954.
- 10 - CATANI, R.A., J.R.GALLO e H.GARGANTINI - Amostragem de Solo. Métodos de análise. Interpretação e indicações gerais para fins de Fertilidade - Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo. 1955.

- 11 - CHAPMAN, H.D., and P.F.PRATT - Methods of Analysis for Soils Plants and Waters - University of California. Division of Agricultural Sciences. 1961.
- 12 - COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA - Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de São Paulo - Rio de Janeiro. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, Boletim 12. 1960.
- 13 - FANNING, C.D. and F.GRAY - Characterization and genetic study of a Dennis and a Parsens soil - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 321-324. 1959.
- 14 - FREIRE, O. - Dispersão de Solos - Tese de Doutorado - E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S.P.. 1963.
- 15 - FRIEDMAN, G.M. - Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics - Jour. of Sed. Petrology 31: 514-524. 1961.
- 16 - GLORIA, N.A., R.A.CATANI e T.MATUO - Método do EDTA na Determinação do Cálcio e Magnésio "trocável" do Solo - Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S.P. 1964.
- 17 - _____ - A Determinação da capacidade de troca de cátions do solo pelo método do EDTA - Revista da Agricultura. XL. 193-198. 1965.
- 18 - GIPSON, M. Jr. - Preparation of oriented slides for X-ray analysis of clay minerals - Jour. Sed. Petrology. 36: 1-143. 1966.
- 19 - GIRARDI, V.A.V. e A.J.MELFI - Mineralogia dos solos da Série Taquaral na Estação Experimental "Theodoreto de Camargo" - Bragantia. 2: 139-148. 1963.
- 20 - GLUSKOTER, H.J. - Clay minerals in Illinois coals - Jour. Sedimentary Petrology. 37: 205-214. 1967.

- 21 - GRIM, R.E. - Clay Mineralogy - New York, Toronto, London. McGraw - Hill Book Company, Inc. 1953.
- 22 - _____, W.F.BRADLEY and G.BROWN - The mica clay minerals - In X-ray Identification and crystal Structure of clay Minerals. Mineralogical Society, London. 1961.
- 23 - GRUNER, J.W. - The structure of vermiculites and their collapse by deshydratation - Amer. Min. 19: 557-575. 1934.
- 24 - HARPSTEAD, M. and R.H.RUST - A Pedological characterization of five Profiles in Gray Wooded Soils Area of Minnesota - Soil Sci. Soc. Amer. Proc.. 28: 113-118. 1964.
- 25 - HENDRICKS, S.B. and W.H.FRY - The results of X-ray and microscopical examination of soil collois - Soil Sci. 29: 851-862. 1930.
- 26 - JACKSON, M.L., Y.HSEUNG, R.B.COREY, E.T.EVANS and R.C.VANDEN HENVEL - Weathering sequence of clay-size minerals in soils and sediments: II. Chemical weathering of layer silicates - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16: 3-6. 1952.
- 27 - _____ and R.P.PENNINGTON - Segregation procedure for the mineralogical analysis of soils - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14: 77-81. 1949.
- 28 - _____ - Soil Chemical Analysis - Advanced Course. Dept. of Soils, Univ. of Wis. Madison 6, Wis. 1956.
- 29 - JARVIS, N.L., R.ELLIS and O.W.BIDWELL - A chemical and mineralogical characterization of selected Brunizem, Reddish Prairie, Grumosol and Planosol soils developed in Pre - Pleistocene materials - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 234-239. 1959.
- 30 - JEFFRIES, C.D. - A rapid method for the removal of free iron oxides in soil prior to petrographic analysis - Soil Sci. Soc. Amer. Proc.. 11: 211-212. 1947.

- 31 - JEFFRIES, C.D. and M.L.JACKSON - Mineralogical Analysis of Soils - Soil Sci. 68: 57-73. 1949.
- 32 - JOHN , W.D., R.E.GRIM and W.F.BRADLEY - Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods - Jour Sedimentary Petrology. 24: 242-251. 1954.
- 33 - JOHNSON, L.J., R.P.MATELSKI and C.F.ENGLE - Clay Mineral characterization of modal profiles in several Pennsylvania Counties - Soil Sci. Soc. Amer. Proc.. 27: n^o 5. 1963.
- 34 - KARIM, A. - A mineralogical study of the colloid fractions of some great soil groups, with particular reference to illites - The Jour. of Soil Sci. 5: 140-144. 1954.
- 35 - KELLEY, W.P., W.H.DORE and S.M.BROWN - The nature of the base exchange material of bentonite, soils, and zeolites as revealed by chemical investigations and X-ray analysis - Soil Sci. 31: 25-55. 1931.
- 36 - KERR, P.F. - Analytical data on reference clay minerals - Amer. Pet. Ins. Project n^o 49 Preliminary Report n^o 7: 91-124. 1950.
- 37 - KIELY, P.V. and M.L.JACKSON - Quartz, Feldspar and Mica Determination for Soils by Sodium Pyrosulfate Fusion - Soil Sci. Soc. Amer. Proc.. 29: n^o 2. 1965.
- 38 - KILMER, V.J. and L.T.ALEXANDER - Method of making mechanical analysis of soils - Soil Sci. 68: 15-26. 1949.
- 39 - KITTRICK, J.A. - A comparison of the moving-liquid and glass-slide methods for the preparation of oriental X-ray diffraction specimens - Soil Sci. 92: 155-160. 1961.
- 40 - KRUMBEIN, W.C. and F.J.PETTLJOHN - Manual of sedimentary petrography - Appleton. Century Crofts Inc., New York. 1938.

- 41 - KUNZE, G.W. - Anomalies in the ethylene glycol solvation technique used in X-ray diffraction - Natl. Res. Council. Natl. Acad. Sci. Pub. 395: 88-94. 1955.
- 42 - _____ and E.H.TEMPLIM - Houston Black Clays, the type Grumosol: II: Mineralogical and chemical characterization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20: 88-96. 1956.
- 43 - MacCRACKEN, R.J. and S.B.WEED - Pan Horizons in Southeastern Soils: Micromorphology and Associated Chemical, Mineralogical and Physical Properties - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27: 330-334. 1963.
- 44 - MacEAN, D.M.C. - Identification of the montmorillonite group of minerals by X-rays. Nature 54: 577-578. 1944.
- 45 - _____ - Montmorillonite minerals - In X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society London. 1961.
- 46 - MACKENZIE, R.C. - The differential Thermal Investigation of Clays. Mineralogical Society London. 1957.
- 47 - MARTIN, R.T. - Ethylene glycol retention of clays - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 160-164. 1955.
- 48 - MARTINS, L.R. - Significance of skewness and Kurtosis in environmental interpretation - Jour. of Sed. Petrology 35: 768-770. 1965.
- 49 - MEHARA, O.P. and M.L.JACKSON - Constancy of the sum of mica unit cell potassium surface and interlayer sorption in vermiculite-illite clays - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 101-105. 1959.
- 50 - MELFI, A.J., V.A.V.GIRARDI e A.C.MONIZ - Mineralogia dos Solos da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo" - Bragantia 25: 9-30. 1966.

- 51 - MOLTHAN, H.D. and FENTON GRAY - A characterization and Genetic Study of Two Modal Reddish Prairie Soils - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27: 69-74. 1963.
- 52 - ORSMBY, W.C. and L.B.SAND - Base-exchanged an analytical tool for mixed layer agregates. Natl. Res. Council - Natl. Acad. Sci. Pub. 327: 254-263. 1954.
- 53 - PAIVA NETO, J.E. - A "fração argila" dos solos do Estado de São Paulo e seu estudo roentgenográfico - Bragantia 2: 355-432. 1942.
- 54 - PICHLER, E. - Argilas - Cerâmica 12: 146-174. 1957.
- 55 - PIPER, C.S. - Soil and plant analysis: A laboratory Manual of methods for examination of soils and the determinations of organic constituents of plants - New York, Interscience Publishers, Inc. XIV. 366 p. 1944.
- 56 - RANZANI, G. - Análise mecânica de solos pelo método de Bouyoucos modificado. Tese apresentada no V Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Pelotas, Rio Grande do Sul. 1955.
- 57 - _____ e E.J.KIEHL - Prática de Solos - E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P. - Piracicaba. 1959.
- 58 - _____ - Pequeno Guia para Levantamento de Solos - E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P. - Piracicaba. 1963.
- 59 - _____ - Manual de Levantamento de Solos - Ed. Universidade de São Paulo. 1965.
- 60 - _____, O.FREIRE e T.KINJO - Carta de Solos do Município de Piracicaba - Centro de Estudos de Solos. E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., Piracicaba. 1966.
- 61 - RICH, C.I. and S.S.OBENSHAIN - Chemical and Mineral Properties of a Red Yellow Podzolic Soil Derived from Muscovite Schiest - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 334-339. 1955.

- 62 - ROSS, C.S. and P.E.KERR - The Kaolin Minerals - U.S. Geol. Survey Prof. Paper 165 - E. 1930.
- 63 - SCHMEHL, W.R. and M.L. JACKSON - Interstratification of layer silicates in two soil clays. Natl. Res. Council - Natl. Acad. Sci. Pub. 456: 423-429. 1956.
- 64 - TEIXEIRA MENDES, A.C. - Análise quantitativa da fração argila de Solos - Tese de Doutorado. E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., Piracicaba. 1967.
- 65 - VAN RAIJ, B. - A Capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em Solos - Tese de Doutorado - E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., Piracicaba. 1967.
- 66 - WALKER, G.F. - Vermiculite-organic complexes - Nature 166: 695-695. 1950.
- 67 - _____ - Vermiculites minerals - In X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society London. 1961.
- 68 - WHITESIDE, E.P. and C.E.MARSHALL - Mineralogical and chemical studies of the Putnan silt loam soil - Univ. Mo. Agri. Exp. Sta. Res. Bull. 386. 1944.
- 69 - WILKINSON, G.E. and F.GRAY - A clay mineralogical study of certain Reddish Prairie soils of Oklahoma, with an estimation of the montmorillonite and illite content - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18: 264-268. 1954.
- 70 - 7ª APROXIMACION - Classificación de suelos - Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria - Bueno Aires. 1962.