

MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DE PERFIS DE  
SOLOS DA SÉRIE PIRACICABA<sup>1</sup>J.L.I. Demattê<sup>2</sup>T. Kinjo<sup>2</sup>A.C. Teixeira Mendes<sup>3</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade o estudo mineralógico, da fração argila, da série Piracicaba (RANZANI et al. 9), pertencente à unidade de mapeamento Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba (COMISSÃO DE SOLOS, 2).

Foram coletados, na área de ocorrência da série Piracicaba, quatro perfis de solos, designados por perfis P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> e P<sub>4</sub>. As amostras dos horizontes foram colhidas a partir da superfície do solo até a rocha. A fração argila foi separada por sedimentação, sendo posteriormente, dividida em duas subfrações (centrifugação): 2 a 0,2 micron e menor que 0,2 micron, argila grossa e fina, respectivamente.

O material obtido nestas duas frações, sofreu determinações químicas (% de K<sub>2</sub>O e capacidade de troca de cátions) e determinações de raio - X (obtenção de difratogramas, com auxílio do contador Geiger, e filmes, pelo método do pó). Através destes resultados, foi efetuado o reconhecimento dos minerais de argila assim como estimativa semiquantitativa.

A análise mineralógica das frações argila grossa e fina, referentes à natureza e à quantidade dos minerais de argila indica o seguinte: o teor de illita, na fração argila grossa é sempre maior do que 10%, sendo que, em certos horizontes, apresenta teor de 30% e mesmo 40%. A montmorilonita e os minerais de 14 Å normalmente ocorrem com valores inferiores a 10%. A caolinita é o mineral dominante nas duas frações argila, com teores sempre acima de 40%.

<sup>1</sup> Entregue para publicação em 11/7/1968; trabalho realizado com parte dos dados da Tese de Doutorado apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz" pelo Engº Agrº José Luiz I. Demattê.

<sup>2</sup> Cadeira de Solos e Agrotecnia - ESALQ.

<sup>3</sup> Cadeira de Geologia e Mineralogia - ESALQ.

## INTRODUÇÃO

A finalidade dos estudos mineralógicos dos solos, e no caso particular da fração argila, é contribuir para o conhecimento de sua gênese, assim como para o julgamento do estado potencial de um solo.

Para este estudo, foi utilizado a série Piracicaba, pertencente a unidade de mapeamento Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba, unidade esta largamente distribuída no Estado de São Paulo e no município de Piracicaba. Este solo se desenvolve a partir de sedimentos argilosos, apresentando um relevo normal, suavemente ondulado. O horizonte B normalmente apresenta cores 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 A<sub>2</sub> e, muitas vezes, horizontes mais profundos.

PAIVA NETO (8), em estudos qualitativos da fração argila de "solos do Corumbataí", observou através da difração de raios-X, que o quartzo ocorre em quantidade muito elevada, por vezes, nota-se a presença de caolinita, todavia, em percentagem reduzida.

Trabalhos da COMISSÃO DE SOLOS (2), demonstraram que a fração argila, dos horizontes A<sub>p</sub> e B<sub>22</sub> apresentam dominância de quartzo seguida de minerais de argilla do tipo 1:1 e no C apresentaram dominância ainda de quartzo seguido de minerais de argila do tipo 1:1 e da gibbsita.

## MATERIAL E MÉTODO

### Material

Para o presente trabalho foram coletados quatro perfis representativos da série Piracicaba (RANZANI *et al.* 9). Foram coletadas aproximadamente 5 kg de terra de cada horizonte, inclusive da rocha, que foram levadas ao laboratório e preparadas de acordo com as indicações de RANZANI e KIEHL (10).

O aparelho de raio - X utilizado, foi um de marca NOREL CO, fabricado pela PHILLIPS Co. A fonte de radiação usada 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 contador Geiger operou com voltagem de 1.500 V. A câmara de pó utilizada foi do tipo DEBYE-SCHERRER, diâmetro 114,6 mm, empregando a disposição de filme STRAUMANIS-IEVINS.

### Método

A remoção da matéria orgânica, do óxido de ferro livre e a separação da fração argila do solo foram realizadas de acordo com os trabalhos de JEFFRIES e JACKSON (5). A argila 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 e a fração argila fina, 50.000 rpm.

Para obtenção dos filmes pelo método do pó, as amostras de argila foram preparadas com saturação de cálcio, segundo método proposto por JACKSON (4). A posterior montagem da amostra para difração de raios - X, pelo método do pó, foi feita de acordo com as recomendações de TEIXEIRA MENDES (11).

O preparo e montagem de amostras orientadas foi feito de acordo com o método descrito por JOHN, GRIM e BRADLEY (6). A amostra natural foi irradiada com um ângulo de 2° a 28° 2θ; a amostra aquecida (450°C) e a glicolada foram irradiadas com um ângulo de 2° a 14° 2θ.

A determinação da capacidade de troca de cátions e do potássio total, das frações argila grossa e fina, foram efetuados de acordo com os métodos propostos por GLORIA, CATANI E MATUO (3) e CHAPMAN e PRATT (1) respectivamente.

O reconhecimento dos minerais de argila, 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 (6): 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 de 14,0 Å; 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".

A análise semiquantitativa foi baseada nos padrões fotográficos de misturas sintéticas obtidos por TEIXEIRA MENDES(11). A estimativa do teor de illita, além da comparação fotográfica, foi feita como recomendam MEHARA e JACKSON (7): o teor desse mineral foi estimado tomando-se como base que 10% de  $K_2O$  corresponde a 100% de illita.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 1 e 2.

Observa-se que o teor de illita (perfil  $P_1$ ), da fração argila grossa, é sempre superior a 20%. Nos difratogramas indicados nas fig. 1 e 2, 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  $B_1$ ,  $B_{21}$ , C e  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $B_{22}$  respectivamente, apresentando normalmente teores inferiores a 10%. A caolinita ocorre 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%.

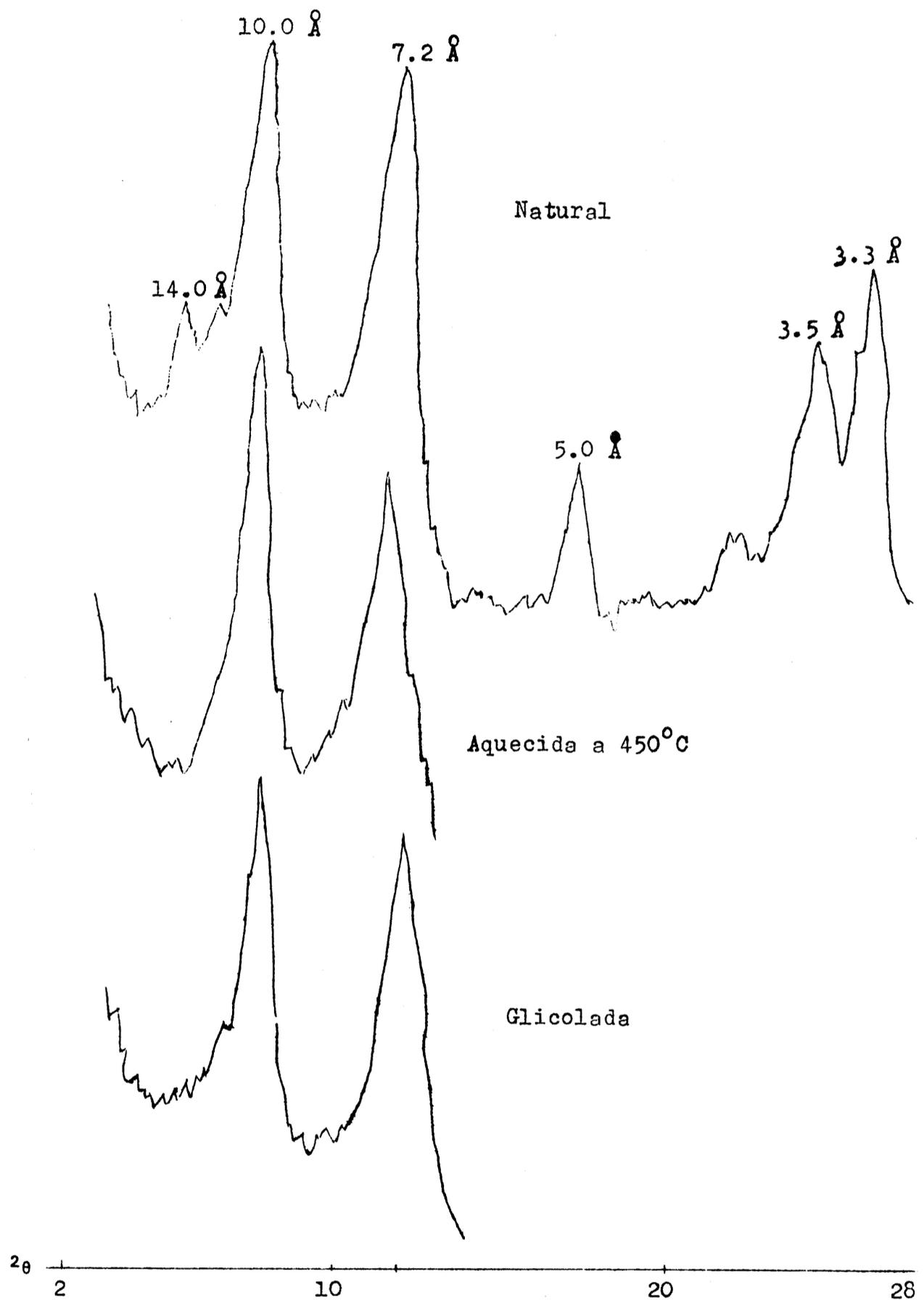


FIGURA 1 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P<sub>1</sub>, horizonte A<sub>2</sub>).

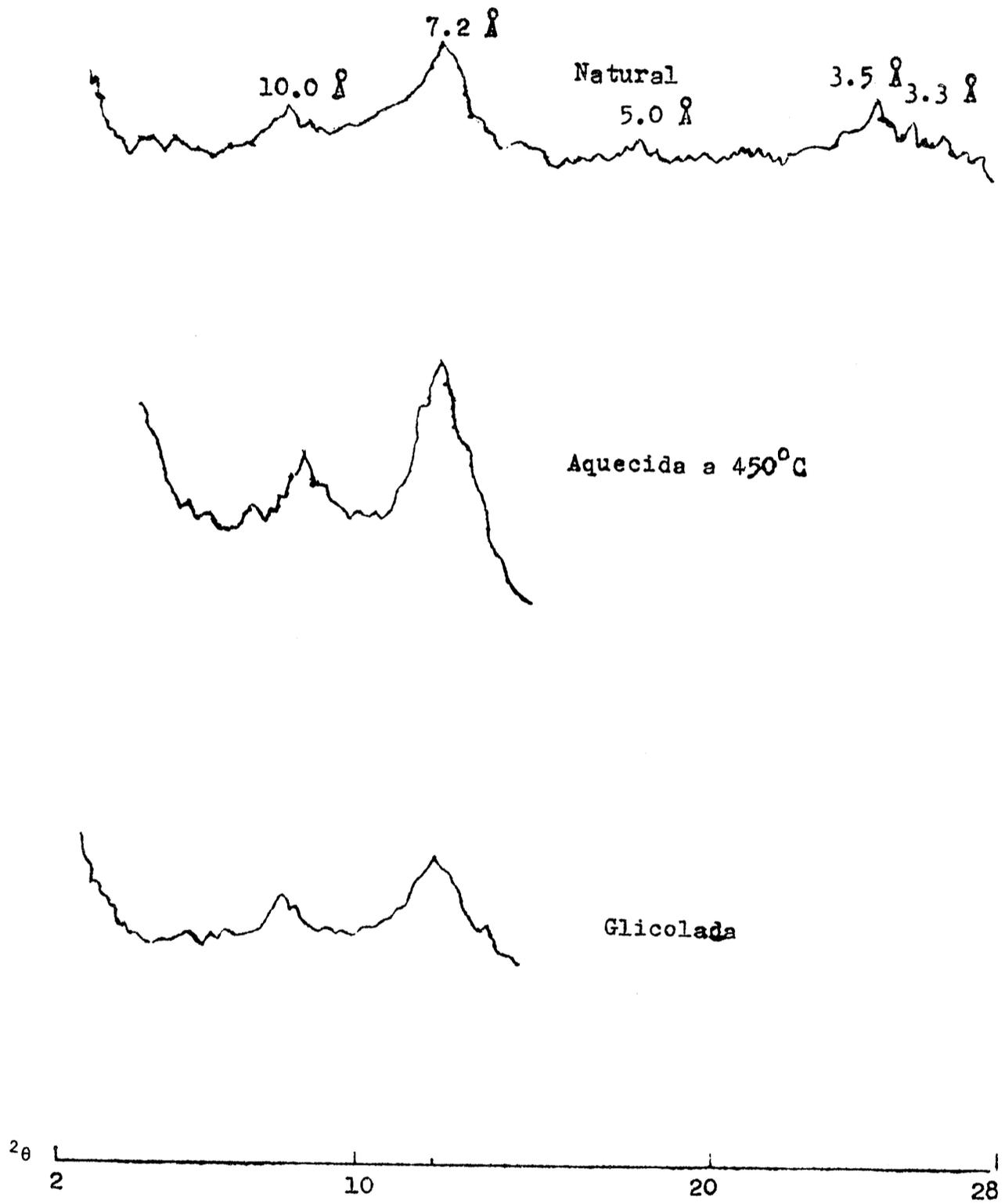


FIGURA 2 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P1, horizonte A2).

QUADRO 1 - Dados obtidos referentes a C.T.C., % de K<sub>2</sub>O e raio - X das frações argila grossa e fina dos perfis P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>.

argila grossa 2.0 - 0.2 micron				argila fina <0.2 micron			
Horizontes	C.T.C. e.mg/100 g	K <sub>2</sub> O%	análise * de raio-X	C.T.C. e.mg/100 g	K <sub>2</sub> O%	Análise * de raio-X	
<u>Perfil P<sub>1</sub></u>							
A <sub>1</sub>	27.6	2.9	C <sub>1</sub>	31.2	1.8	C <sub>1</sub>	
A <sub>2</sub>	26.8	2.8	C <sub>1</sub>	32.0	1.7	C <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
B <sub>1</sub>	28.8	2.5	M <sub>3</sub>	28.8	1.6	C <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
B <sub>21</sub>	32.0	2.8	M <sub>2</sub>	34.4	1.9	C <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
B <sub>22</sub>	28.8	3.1	C <sub>1</sub>	32.0	1.9	C <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
C	30.4	2.2	C <sub>1</sub>	35.0	1.7	C <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
R	34.4	2.2	C <sub>1</sub>	40.0	2.0	C <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
<u>Perfil P<sub>2</sub></u>							
A <sub>1</sub>	26.0	1.3	C <sub>1</sub>	29.2	0.4	K <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>
A <sub>2</sub>	28.0	1.2	C <sub>1</sub>	30.0	0.3	K <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>
B <sub>21</sub>	29.6	1.0	M <sub>3</sub>	31.0	0.3	K <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>
B <sub>22</sub>	27.4	1.0	C <sub>1</sub>	31.2	0.5	K <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>
C	27.4	0.9	C <sub>1</sub>	30.6	0.6	K <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>
R	28.6	1.3	C <sub>1</sub>	31.4	0.7	K <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>

(\*) 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 - maior do que 10%



Os resultados referentes ao perfil P<sub>2</sub>, apresentados no Quadro 1, mostram a ocorrência das mesmas espécies mineralógicas assinaladas para o perfil P<sub>1</sub>, porém, com quantidades diferentes. O teor de ilita, na fração argila grossa, diminui sensivelmente com a profundidade do solo, aumentando ligeiramente na rocha. A montmorilonita aparece nos horizontes A<sub>2</sub> e B<sub>21</sub>, com valores sempre inferiores a 10%, sendo este mineral indicado pelo deslocamento do espaçamento basal de 14,0 para 17,0 Å (fig. 3). 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 argila grossa como na fina, com teores acima de 40%. Os difratogramas (fig. 3 e 4) mostram os principais picos dos minerais citados.

O teor de ilita, apresentado pelo perfil P<sub>3</sub> (Quadro 2) para a fração argila grossa, diminui 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 A<sub>2</sub> e C 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 difratogramas (fig. 5 e 6) apresentam os espaçamentos característicos dos minerais citados.

O Quadro 2 mostra que o teor de ilita (perfil P<sub>4</sub>), na fração argila grossa, apresenta valores sempre acima de 20%, atingindo, nos horizontes mais inferiores, valores de 40%. Os espaçamentos apresentados pela ilita, são bem evidenciados nas figs. 7, 8 e 9. 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%.

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 quatro perfis apresentam, além da caolinita, outros minerais de argila como ilita, montmorilonita e minerais de 14 Å. Estes resultados, vem contradizer as afirmações de PAIVA NETO (8) e, em parte, as afirmações da COMISSÃO DE SOLOS (2).

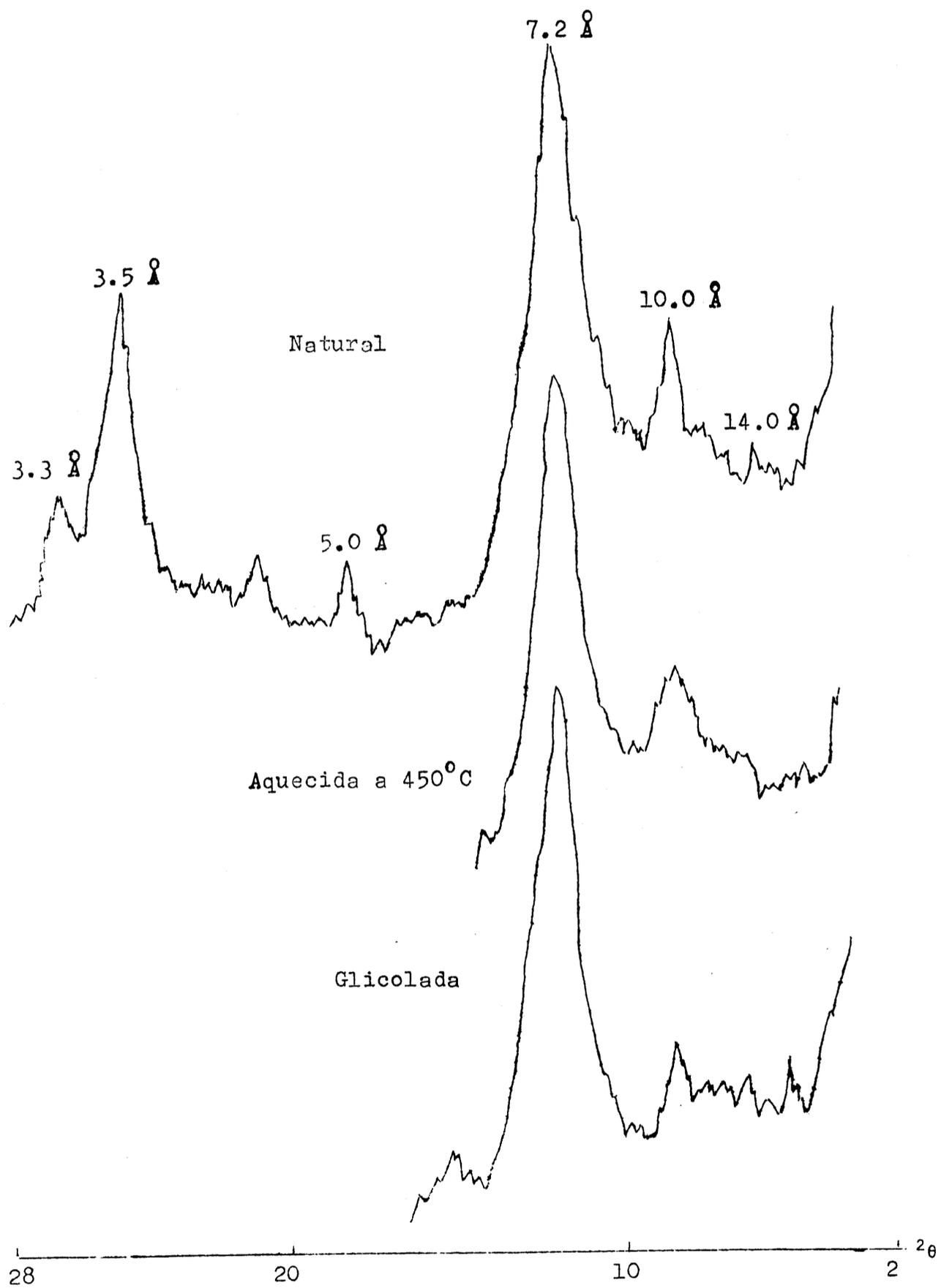


FIGURA 3 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P<sub>2</sub>, horizonte B<sub>21</sub>).

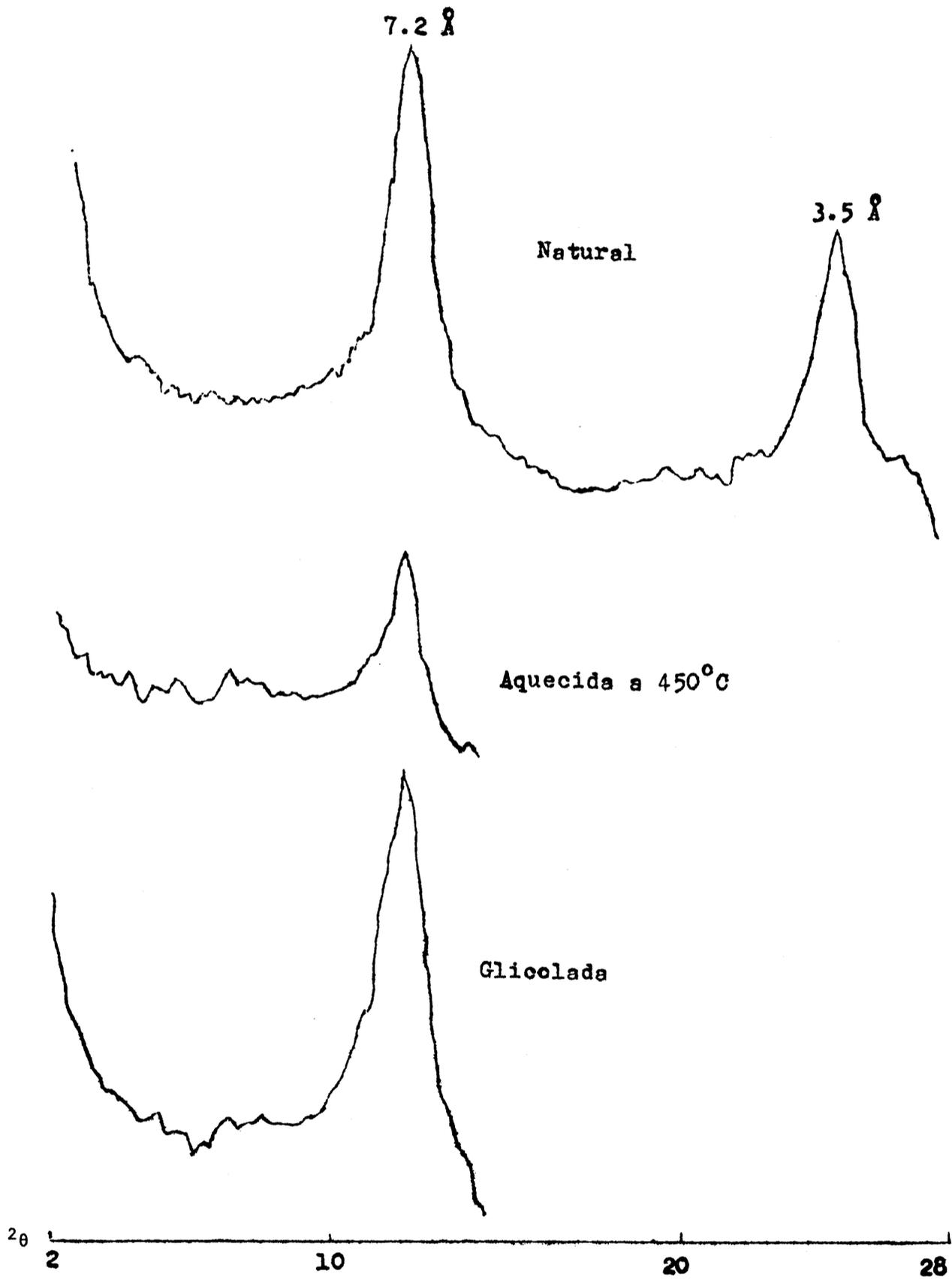


FIGURA 4 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P<sub>2</sub>, horizonte B<sub>21</sub>).

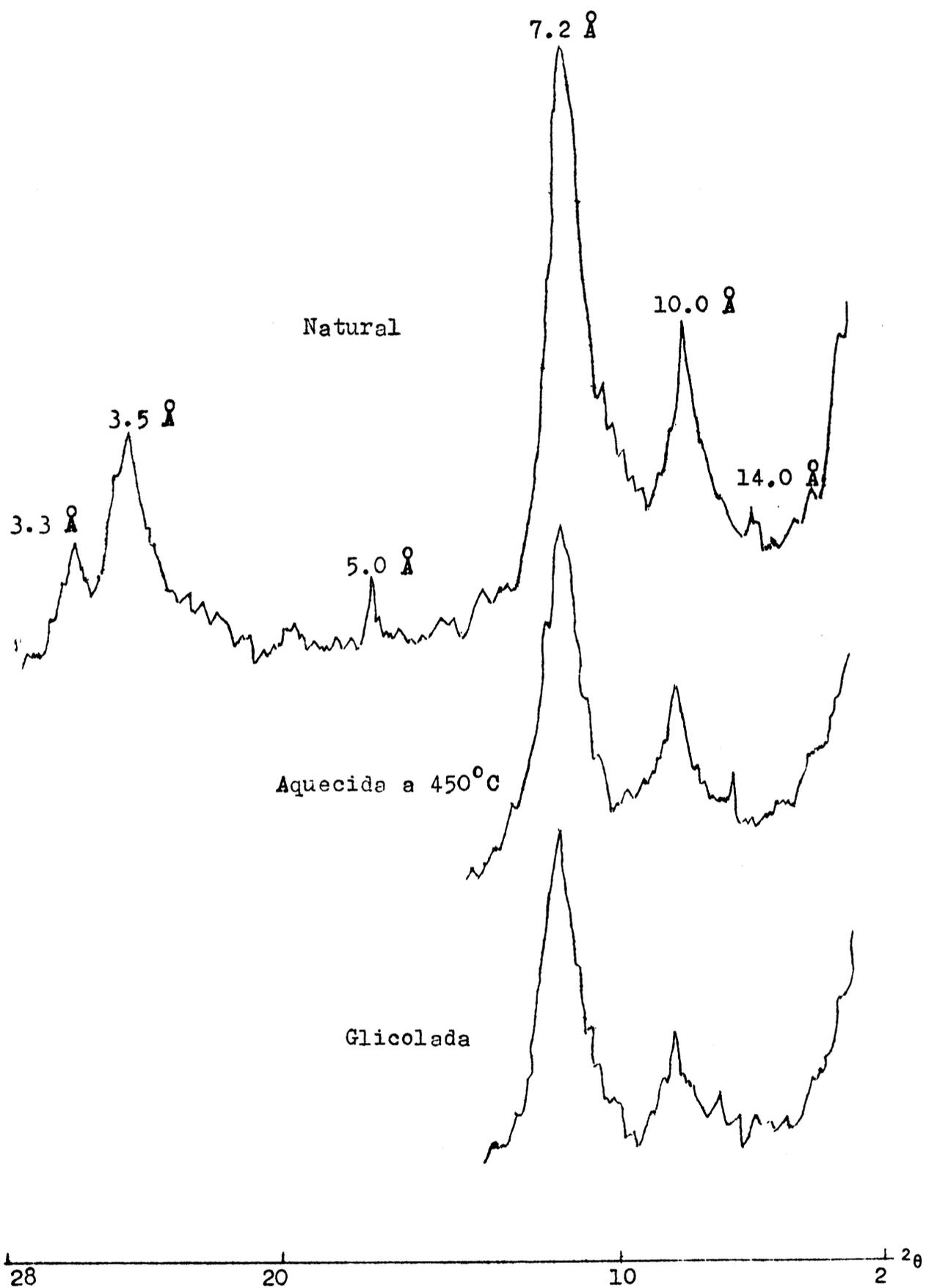


FIGURA 5 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P<sub>3</sub>, horizonte C).

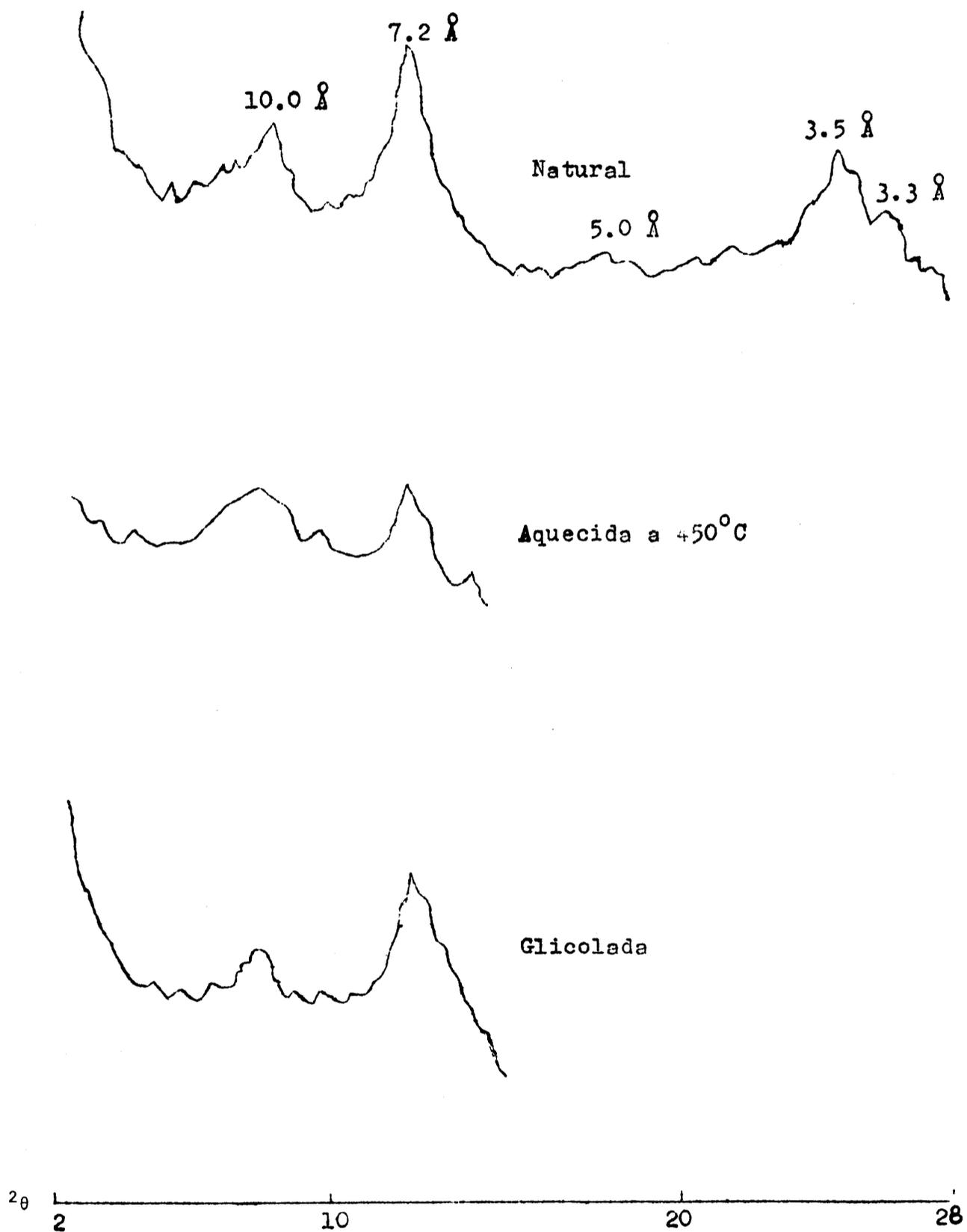


FIGURA 6 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P<sub>3</sub>, horizonte C).

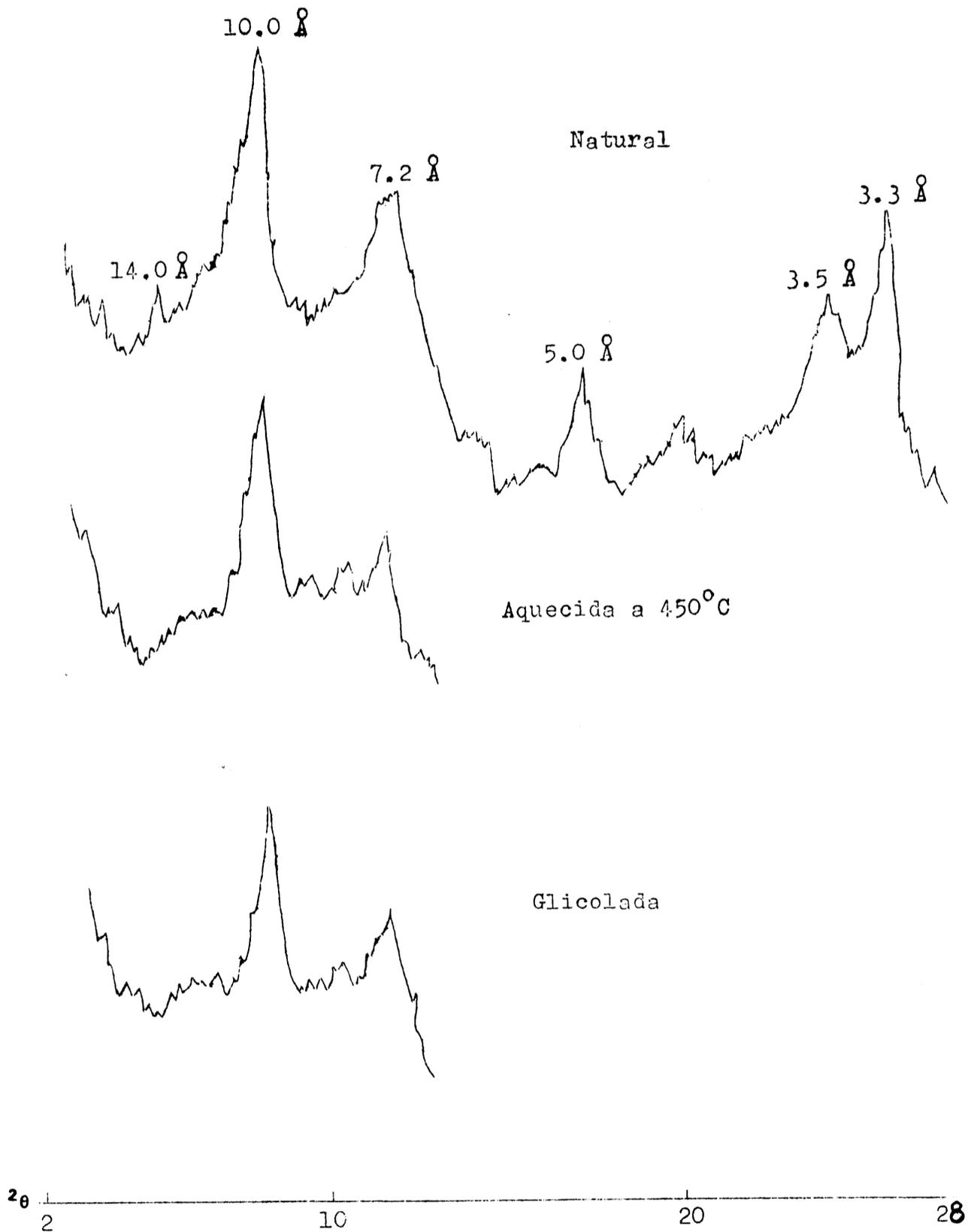


FIGURA 7 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P<sub>4</sub>, horizonte B<sub>21</sub>).

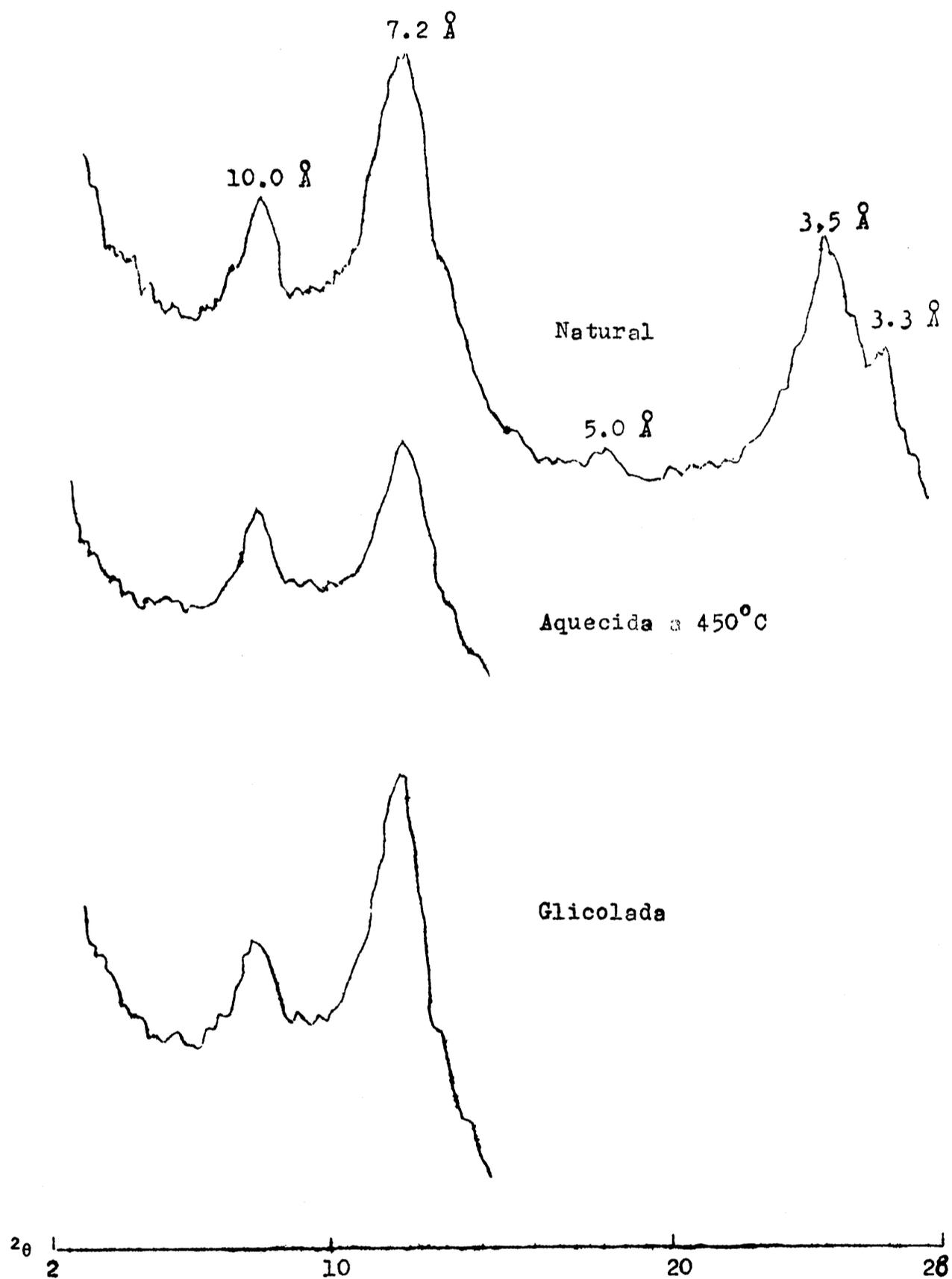


FIGURA 8 - Difração dos raios-X da fração argila fina (Perfil P<sub>4</sub>, horizonte B<sub>21</sub>).

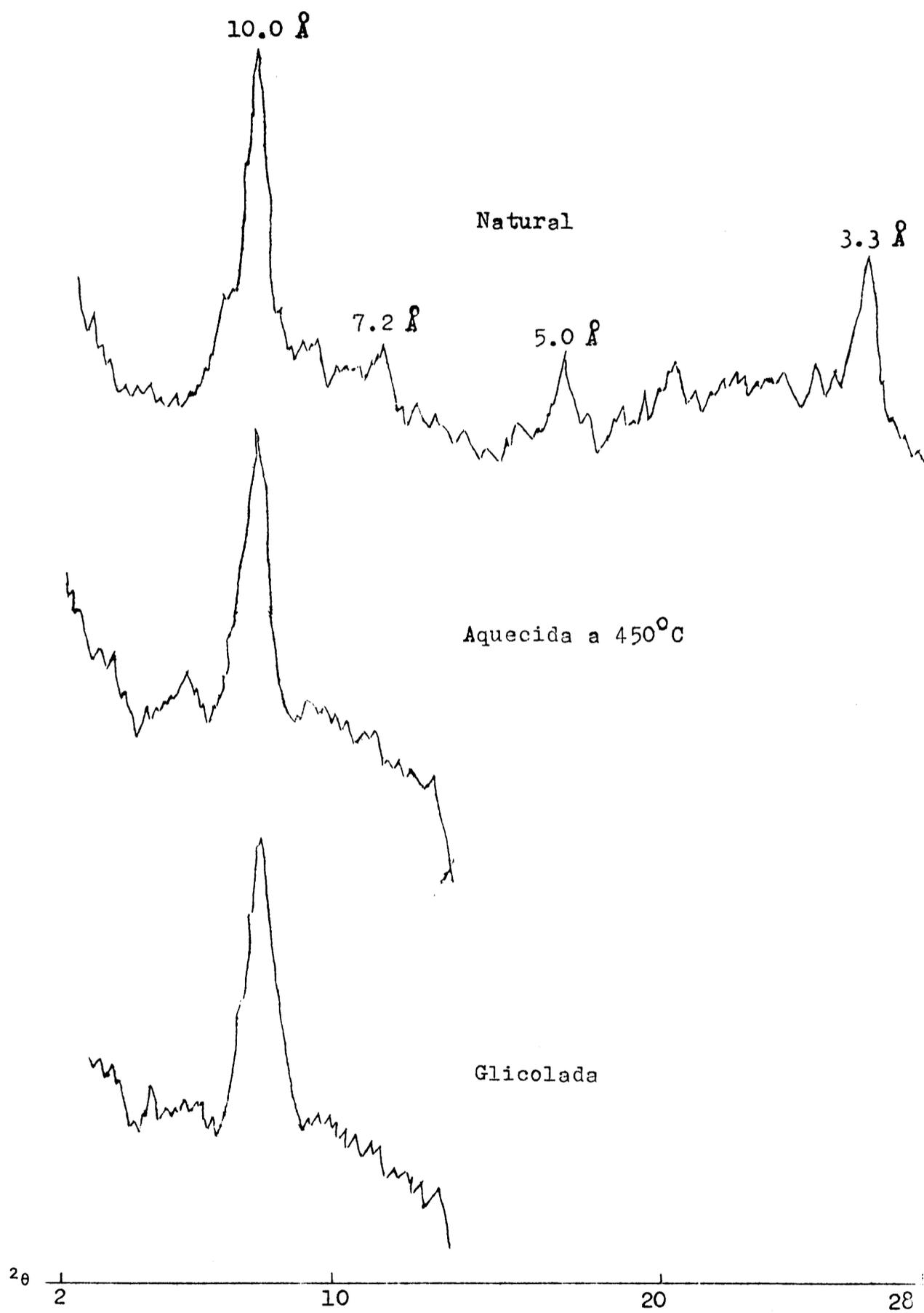


FIGURA 9 - Difração dos raios-X da fração argila grossa (Perfil P<sub>4</sub>, horizonte R).

## SUMMARY

The purpose of this work was to study mineralogically the clay fraction of the Piracicaba series (RANZANI *et al.* 9). These soils belong to the Great Soil Group Red-Yellow Podzolic, Piracicaba variety.

Four profiles were collected within the areas where Piracicaba series occur; these were labeled profiles P<sub>1</sub> through P<sub>4</sub>. The soil horizons were sampled individually in each profile from the surface down to the rock bed. 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 K<sub>2</sub>O and cation exchange capacity) and X-ray analysis (diffratogram using a Geiger counter and films using the powder method).

The mineralogical analysis of the two clay fractions, relative to the nature and quantity of clay minerals, indicate the following: the content of illite in the coarse clay fraction is always higher than 10% and in certain horizons shows a content of 30% or even 40%. The montmorillonite and the 14 Å minerals normally occur with values lower than 10%, Kaolinite is the mineral that occur in greater quantity in the two clay fractions with a content always higher than 40%.

## LITERATURA CITADA

1. CHAPMAN, H.D., and P.F. PRATT Methods of Analysis for Soils Plants and Waters - University of California. Division of Agricultural Sciences, 1961.
2. 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.
3. GLORIA, N.A., R.A. CATANI e T. MATUO A determinação da capacidade de troca de cátions do solo pelo método do EDTA - Revista da Agricultura, XL, 193-198. 1965

4. JACKSON, M.L. Soil Chemical Analysis - Advanced Course. Dept. of Soil, Univ. of Wis. Madison 6, Wis, 1956.
5. JEFFRIES, C.D., and M.L. JACKSON Mineralogical Analysis of Soils - Soil Sci. 68: 57-73, 1949.
6. 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.
7. 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.
8. PAIVA NETO, J.E. A "fração argila" dos solos do Estado de São Paulo e seu estudo roentgenográfico - Bragantia 2: 355-432, 1942.
9. RANZANI, G. et al. A série Piracicaba - Centro de Estudos de Solos. Não publicado.
10. \_\_\_\_\_ e E.J. KIEHL Prática de Solos - E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P. - Piracicaba, 1959.
11. TEIXEIRA MENDES, A.C. Análise quantitativa da fração argila de Solos - Tese de Doutorado. E.S.A. "Luiz de Queiroz" - U.S.P., 1967.