

EXPERIENTIÆ

ÓRGÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

VOLUME 24

JUNHO, 1978

NÚMERO 6

ESTUDOS DE SOLOS DO TRIÂNGULO MINEIRO E DE VIÇOSA: I — MINERALOGIA*

Derli Prudente Santana
Waldemar Moura Filho**

1. INTRODUÇÃO

O Triângulo Mineiro, região estrategicamente situada em relação aos centros produtores e consumidores, e de indiscutível importância dentro do Estado, tem mais de oitenta por cento de sua área constituída de solos sob vegetação de cerrado. A potencialidade destas áreas para a agricultura é muito grande, principalmente no que se refere à facilidade de mecanização e infraestrutura de escoamento de produção. O problema é definir a tecnologia adequada à sua exploração. E, para isso, é imprescindível que se façam estudos básicos relativos a essas áreas, notadamente com respeito a seus solos.

A região de Viçosa, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, conta com consideráveis informações relativas às suas atividades agrícolas. Entretanto, estudos básicos de solos, suporte de uma agricultura avançada, não têm sido numerosos. Torna-se, então, imprescindível uma intensificação de tais estudos.

A caracterização mineralógica é indispensável para a avalia-

* Trabalho baseado na tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como parte das exigências para obtenção do grau «Magister Scientiae», em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 22-10-1974.

** Respectivamente, Bolsista do CNPq e Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa.

ção da potencialidade dos solos dessas áreas, o que constituirá base para previsões de comportamento diante do problema da utilização, auxiliando no planejamento de pesquisas.

São os seguintes os objetivos deste trabalho:

- a) estudar a mineralogia dos solos selecionados no Triângulo Mineiro e em Viçosa;
- b) procurar inferências sobre a gênese desses solos e suas implicações;
- c) estudar possíveis correlações entre as características estudadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As variações mineralógicas pelas quais um material passa até a formação do solo são reflexos das modificações químicas, controladas pelo meio ambiente, durante sua meteorização. Desta maneira, a proporção e a natureza das frações areia, silte e argila podem dar uma idéia da gênese do solo e, conseqüentemente, de seu grau de desenvolvimento relativo (31).

Os minerais constituintes da fração argila são chamados minerais argilosos. O termo minerais argilosos, ordinariamente, refere-se mais especificamente a silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio, os quais têm sido classificados em grupos de acordo com sua organização cristalina, tais como grupo da caulinita, montmorilonita, das ilitas, das cloritas sedimentares, e outros (22).

As condições importantes para a formação do grupo da caulinita a partir de aluminossilicatos são: remoção de cátions metálicos, introdução de íons hidrogênio no sistema e baixa relação sílica-alumínio (22). Estas condições são geralmente encontradas em ambiente de clima tropical, altas temperaturas e precipitação maior que a evaporação. A presença de caulinita nos solos está quase sempre relacionada com precipitação e temperatura elevadas e condições de boa drenagem (29). A caulinita pode também formar-se a partir de minerais secundários, por dessilicificação de argilas tipo dois para um (20), por ressilicificação da gibsitita, se há presença de sílica na solução (1, 16, 20, 41), ou a partir de filosilicatos (37).

Sob condições de elevado potencial de oxirredução e intensa lixiviação, perde-se, geralmente, sílica mais rapidamente do que alumínio, ferro e titânio. O resultado é uma acumulação de

colóides do solo, ricos em óxidos hidratados de alumínio, de ferro e de titânio, relativamente à sílica. Estas substâncias podem apresentar-se sob forma cristalina ou podem ser amorfas, e são conhecidas como «óxidos livres» (18).

A principal forma de material inorgânico amorfo que ocorre no solo é a de óxidos, ou, mais especificamente, óxidos hidratados de ferro, de alumínio, de manganês e de sílica, separadamente ou combinados (30). Acreditava-se que o material amorfo seria um produto da intemperização da caulinita (20, 41). Isto é verificado na posição ocupada por este material (ao lado da gibsita) na seqüência de intemperismo elaborada por JACKSON e SCHERMAN (20). Entretanto, após o trabalho de TAMURA *et alii* (44), posteriormente confirmado por outros pesquisadores (2, 16, 32), concluiu-se que a melhor posição para o material amorfo na seqüência de intemperismo seria ao lado da caulinita e da haloisita, saindo então da posição onze para a posição dez.

Óxidos hidratados de alumínio geralmente estão presentes na forma de gibsita, que se forma nas mesmas condições que a caulinita, sendo, porém, um estágio mais avançado de intemperismo (20, 22). A dessilicificação de caulinita pode levar à formação de gibsita (20, 41). Há, também, certa associação de gibsita com meio ácido (3, 5, 17). Por ser encontrada em muito pequena quantidade em solos de regiões temperadas, a gibsita evidencia alto grau de meteorização, sendo mesmo usada como um índice, para comparar graus de intemperismo entre solos (2, 4, 16, 39).

Sob condições de boa drenagem e sob a influência de ciclos de umedecimento e secagem, os óxidos hidratados de ferro são acumulados e estabilizados (43, 44). Ocorrem como revestimentos amorfos, tendendo, gradualmente, para formas cristalinas, em decorrência de desidratação (18). Os revestimentos amorfos e os cristais de óxidos de ferro livre funcionam como agentes agregantes de partículas eletronegativas de argilas silicatadas, levando à formação de agregados com tamanho funcional de silte de alta estabilidade (30). Estas partículas não são facilmente dispersas pelos métodos usuais de análise mecânica, levando, conseqüentemente, à diminuição da fração argila. A remoção destes óxidos não só resulta numa dispersão mais efetiva, mas também melhora a nitidez da difração dos raios-X (24), facilita estudos óticos eletrônicos, de capacidade de troca de cátions e de superfície específica (30).

O estágio de intemperismo de um solo é considerado como sendo o do seu mais abundante produto coloidal (20). Os solos de

regiões tropicais, oriundos de intenso intemperismo e lixiviação, estão em avançado estágio de intemperismo, ou seja, nos estágios correspondentes a caulinita e material amorfo, gibsita, hematita, goetita, anatásio, que pode ocorrer como leucoxeno.

Nas regiões tropicais a intemperização é mais rápida e intensa. Os solos, em sua grande maioria, são formados, principalmente, pelo processo de dessilicificação; apresentam, predominantemente, em sua composição, minerais argilosos silicatados do grupo da caulinita, sesquióxidos e outros minerais altamente resistentes ao intemperismo, e são conhecidos como latossolos (26).

Em alguns latossolos do Rio Grande do Sul, a fração argila praticamente só tem minerais do grupo da caulinita (11). Ainda no Rio Grande do Sul, numa seqüência de intemperismo, foi constatado que, em solos denominados residuais (4) na transição dos estágios de horizontes argílico para horizonte óxico, as variações na composição mineralógica da fração argila consistem num aumento no teor de gibsita, acompanhado de um declínio na atividade da caulinita existente.

Em alguns Latossolos Roxos do Estado de São Paulo, observou-se que óxidos de ferro e de alumínio, principalmente gibsita, são os minerais dominantes (38).

Em Solos Podzólicos das séries Piracicaba e Ibituruna, constatou-se que a caulinita é o mineral dominante, com teores sempre acima de quarenta por cento. A montmorilonita e outros minerais de seu grupo normalmente ocorrem com valores inferiores a dez por cento. Óxidos de ferro e de alumínio constituem o restante da fração argila (6, 7).

Na fração argila dos solos da série Taquaral, classificados pelos autores (10) como Terra Roxa muito misturada, verificou-se a seguinte seqüência, em termos de quantidade: gibsita, hematita e minerais com estrutura caulinita-haloisita.

A mineralogia da fração argila dos solos da Estação Experimental Theodoreto de Camargo é constituída predominantemente de caulinita, seguida de gibsita, em pequena quantidade (28). Entre estes solos inclui-se a Terra Roxa Legítima, hoje Latossolo Roxo eutrófico.

Nas análises mineralógicas de três perfis de Terra Roxa Estruturada e de quatro de Latossolo Roxo, encontram-se trinta e oito a cinquenta e quatro por cento de caulinita, nove a trinta e cinco por cento de material amorfo aos raios-X, dois a quarenta e cinco por cento de gibsita e outros (vermiculita + mica) (32). Observou-se que, à medida que os teores de gibsita aumentam, os de

caulinita e material amorfo aos raios-X diminuem. Num Latossolo Vermelho-Escuro de Brasília registraram-se cinquenta a sessenta por cento de gibsita (32).

O estudo de uma seqüência de solos em Viçosa constatou a presença de caulinita como pseudomorfo de biotita e muito pequena ocorrência de gibsita na fração argila (36, 37).

Alguns Latossolos sob vegetação de cerrado, de São Paulo, Goiás e do Distrito Federal, mostraram como componentes cristalinos predominantes na fração argila, a caulinita e a gibsita, e a goetita em apenas alguns solos (25). A hematita foi verificada em apenas um Latossolo Roxo.

Amplio estudo sobre as características dos solos sob vegetação de cerrado revelou, na análise mineralógica da fração argila, a presença de caulinita, de gibsita, de goetita e de quartzo (21).

A mineralogia da fração argila de um Latossolo Roxo eutrófico do Triângulo Mineiro tem como minerais dominantes: caulinita, óxidos de ferro, material amorfo aos raios-X, gibsita, óxidos de titânio e material intergradacional (34).

Pelos dados apresentados, verifica-se que os Latossolos apresentam grande variação na proporção dos minerais constituintes da fração argila. Contudo, há grande uniformidade no que se refere a tipos de minerais constituintes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Cinco solos do Triângulo Mineiro (Figura 1) foram selecionados, baseando-se em FERNANDES e RESENDE (9), de modo que apresentassem variações em textura e material de origem, considerando-se ainda a expressão geográfica e importância regional. São os seguintes:

I. LEdm — Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura média, sob vegetação de cerrado.

II. LEem — Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico, textura média, sob vegetação florestal.

III. LEd — Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa, sob vegetação de cerrado.

IV. LRd — Latossolo Roxo distrófico, textura argilosa, sob vegetação de cerrado.

V. LVdl — Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, sob vegetação de cerrado.

Em Viçosa (Figura 1), foram escolhidos dois solos da seqüên-

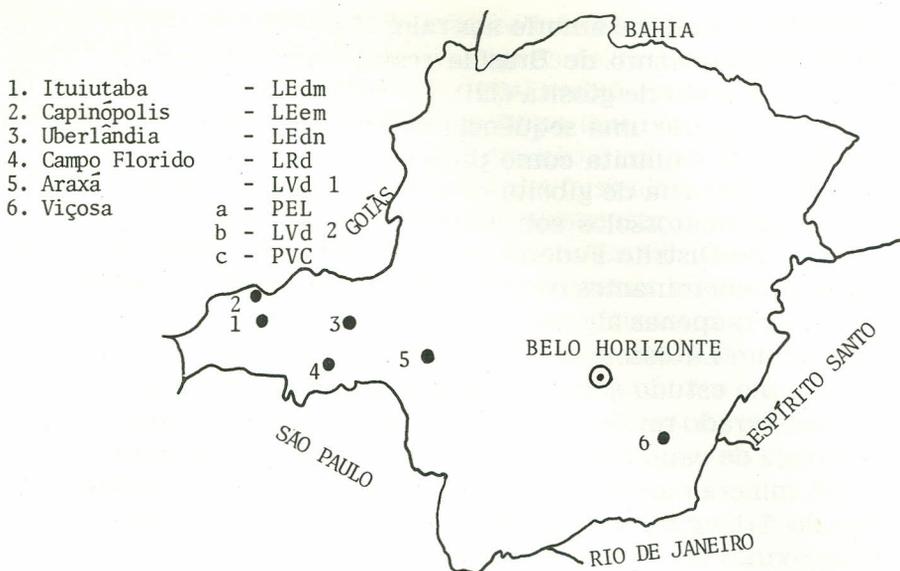


FIGURA 1 - Localização, no Estado de Minas Gerais, dos Municípios onde foram amostrados os solos estudados.

cia dois, estudados geomorfologicamente por REZENDE (40), e um solo no terraço desta seqüência. Os solos selecionados em Viçosa foram:

- a) PEL — Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente eutrófico Latossólico, textura argilosa, coletado na parte côncava da encosta.
- b) LV_d 2 — Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa coletado no topo da encosta.
- c) PVC — Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico — fase terraço aluvial, textura argilosa, coletado no terraço da seqüência.

Os solos foram amostrados no horizonte B₂₁, sendo este escolhido como representativo pelas seguintes razões: estes solos apresentam uma intensa haploidização em todo o perfil (34); é um horizonte bastante intemperizado, sofrendo reduzida influência do material superficial; expressa melhor os processos pedogênicos; é horizonte diagnóstico; além de estes solos apresentarem contato muito profundo com a rocha.

Todas as análises foram conduzidas na terra fina secada ao ar (T.F.S.A.), em triplicata, salvo o caso da análise térmica diferencial e da difração de raios-X.

Para a análise granulométrica utilizou-se o método da pipeta

(23) com NaOH 0,1N como dispersante, tempo de repouso de 24 horas, agitador de alta rotação, utilizando dois tipos de amostras: 1) amostras livres de sais solúveis, matéria orgânica e ferro livre (método de pré-tratamento) e 2) amostras sem pré-tratamento (método de rotina).

A fração areia (diâmetro de 2,0 a 0,05 mm) foi observada sob binocular para identificação mineralógica.

A fração silte (diâmetro de 0,05 a 0,002 mm) depois de secada foi montada em lâmina de vidro e analisada qualitativamente por difração de raios-X.

A fração argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) foi separada e preparada (24) para montagem de lâminas com orientação paralela, saturadas com magnésio e potássio (19) e posteriormente analisadas qualitativamente por difração de raios X. Foram ainda analisadas quantitativamente pela análise térmica diferencial, cujas determinações foram efetuadas em North Carolina State University, Raleigh, U.S.A.

O material amorfo aos raios-X foi estimado pelo método de dissolução seletiva (14), tratando, num copo de níquel, um peso conhecido de argila seca com uma solução de NaOH 0,05N fervente, durante dois minutos e meio, seguindo-se um resfriamento brusco. O cálculo foi feito por diferença de peso, descontando-se o teor de gipsita, estimado pela análise térmica diferencial (34). No dissolvido, determinou-se ferro (35), sílica e alumínio (27) e calculou-se o K_i do material amorfo.

O ferro livre, extraído com ditionito-citrato (24), foi determinado, colorimetricamente, com ortofenantrolina (35).

Secou-se a amostra de argila livre de ferro em estufa, até peso constante e, então, determinou-se a superfície específica, por absorção de etileno glicol monoetil éter (E.G.M.E.) (15).

A capacidade de troca de cátions (CTC) foi determinada em amostras de argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) livres de matéria orgânica e de ferro livre, conforme descrito em MONIZ (32) e MOURA FILHO (34).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica (Quadro 1) mostra que o método de rotina tende a superestimar os valores da fração silte (diâmetro de 0,05 a 0,002 mm) e a subestimar os da fração argila (diâmetro inferior a 0,002 mm), comprovando resultados de outros pesquisa-

QUADRO 1 - Composição granulométrica dos solos estudados, comparando o método de rotina com o do pré-tratamento

Amostra	Areia (2,0 a 0,05 mm)		Silte (0,05 a 0,002 mm)		Argila (< 0,002 mm)	
	Rotina %	Pré-trat. %	Rotina %	Pré-trat. %	Rotina %	Pré-trat. %
LEdm	73	70	5	5	22	25
LEem	67	63	8	7	25	30
LEd	26	25	15	13	59	62
LRd	28	31	33	14	39	55
LVd1	22	23	18	13	60	64
PEL+	38	29	11	10	51	61
LVd2+	39	32	12	8	49	60
PVC+	10	8	21	10	69	82

+ Solos da região de Viçosa; os demais são do Triângulo Mineiro.

dores (8, 34).

A dificuldade de dispersão tem sido explicada pela atuação agregante dos sesquióxidos e da matéria orgânica. Estes, funcionando como agentes agregantes de partículas eletronegativas de argilas silicatadas, levam à formação de partículas com tamanho funcional de silte, e mesmo areia (constatado sob lupa binocular) de alta estabilidade, dificilmente dispersadas pelo método de rotina. Este efeito foi mais pronunciado no LRd e no PVC e é explicado pelo alto teor de ferro livre no LRd (Quadro 5) e pelo elevado conteúdo de argila no PVC (Quadro 1). Por outro lado, a menor expressão do fenômeno nos solos de textura média, LE_{dm} e LE_{em}, teria nos baixos valores de ferro livre, aliados também a baixos valores de argila, suas causas determinantes.

O quartzo apresenta-se como mineral dominante na fração areia (diâmetro de 2,0 a 0,05 mm) de todos os solos (Quadro 2), excetuando-se o LRd, que apresenta material ferruginoso magnético como preponderante. A grande uniformidade mineralógica observada na areia não se verifica nas frações silte e argila (Figura 2 a 8 e Quadros 3 e 4).

QUADRO 2 - Resultados da análise mineralógica quantitativa da fração areia (diâmetro de 2,0 a 0,05 mm)

Amostra	Quartzo (%)	Material Ferruginoso Magnético (%)	Concreções Ferruginosas (%)	Nódulos de Manganes (%)
LE _{dm}	98	2	-	-
LE _{em}	99	1	-	-
LE _d	100	-	-	-
LR _d	20	70	10	-
LV _d 1	100	-	-	X
PEL+	100	-	-	-
LV _d 2+	100	-	-	-
PVC+	100	-	-	-

+ Solos da região de Viçosa; os demais são do Triângulo Mineiro.

X presente.

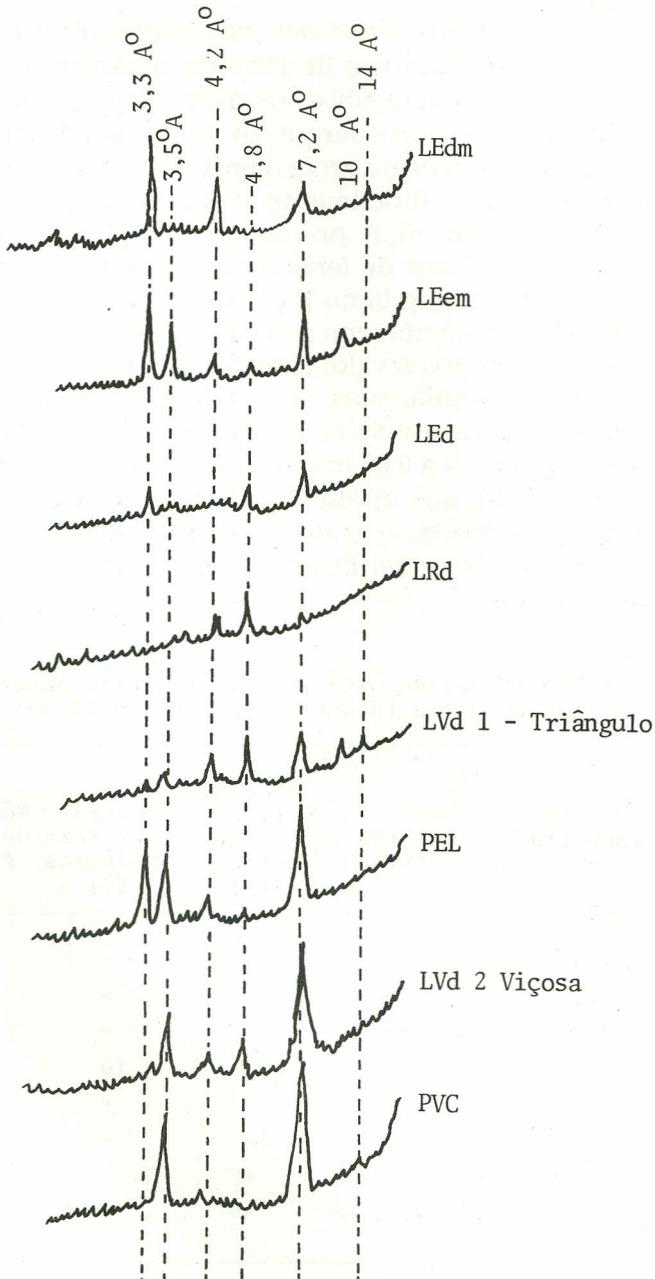


FIGURA 2 - Difractogramas de Raios-X da Fração Silte (diâmetro de 0,05 a 0,002 mm) dos solos estudados.

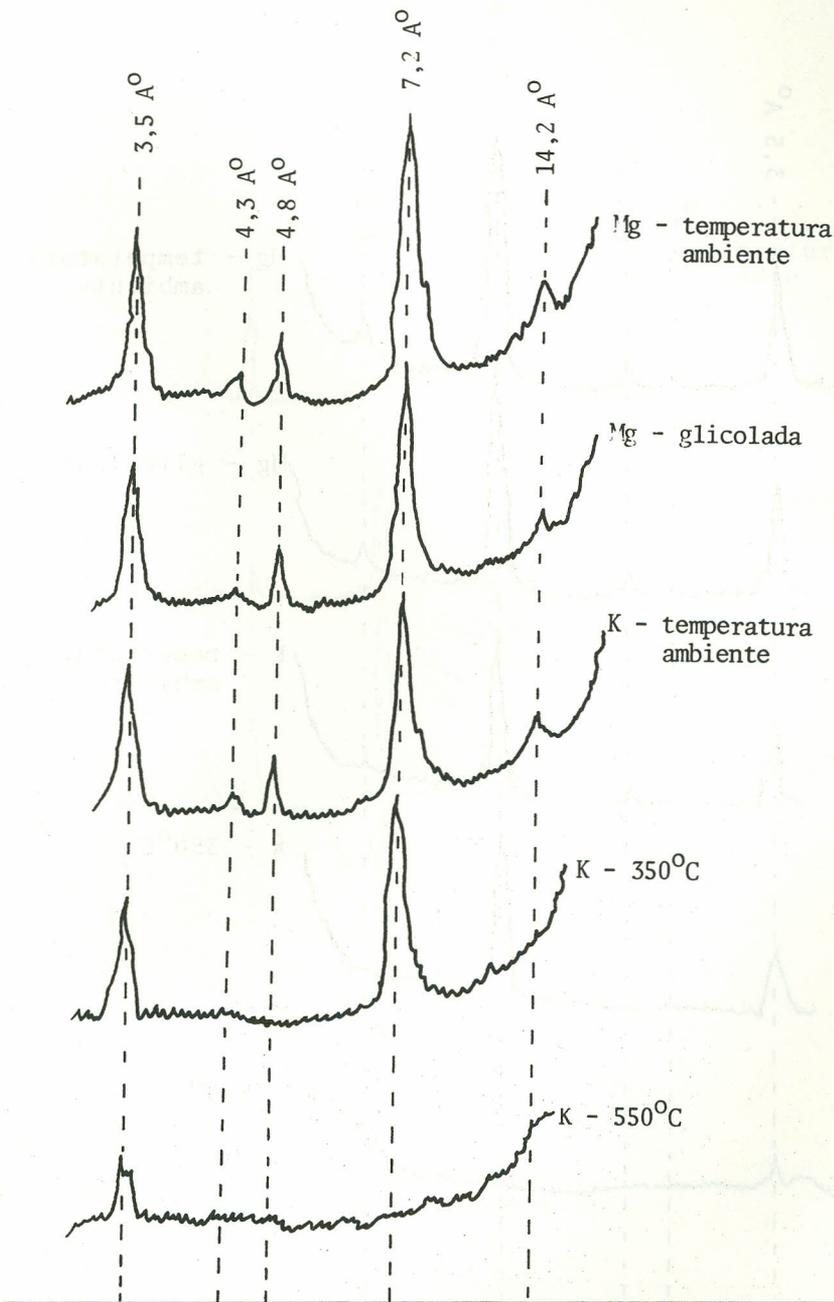


FIGURA 3 - Difractogramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do LEdm.

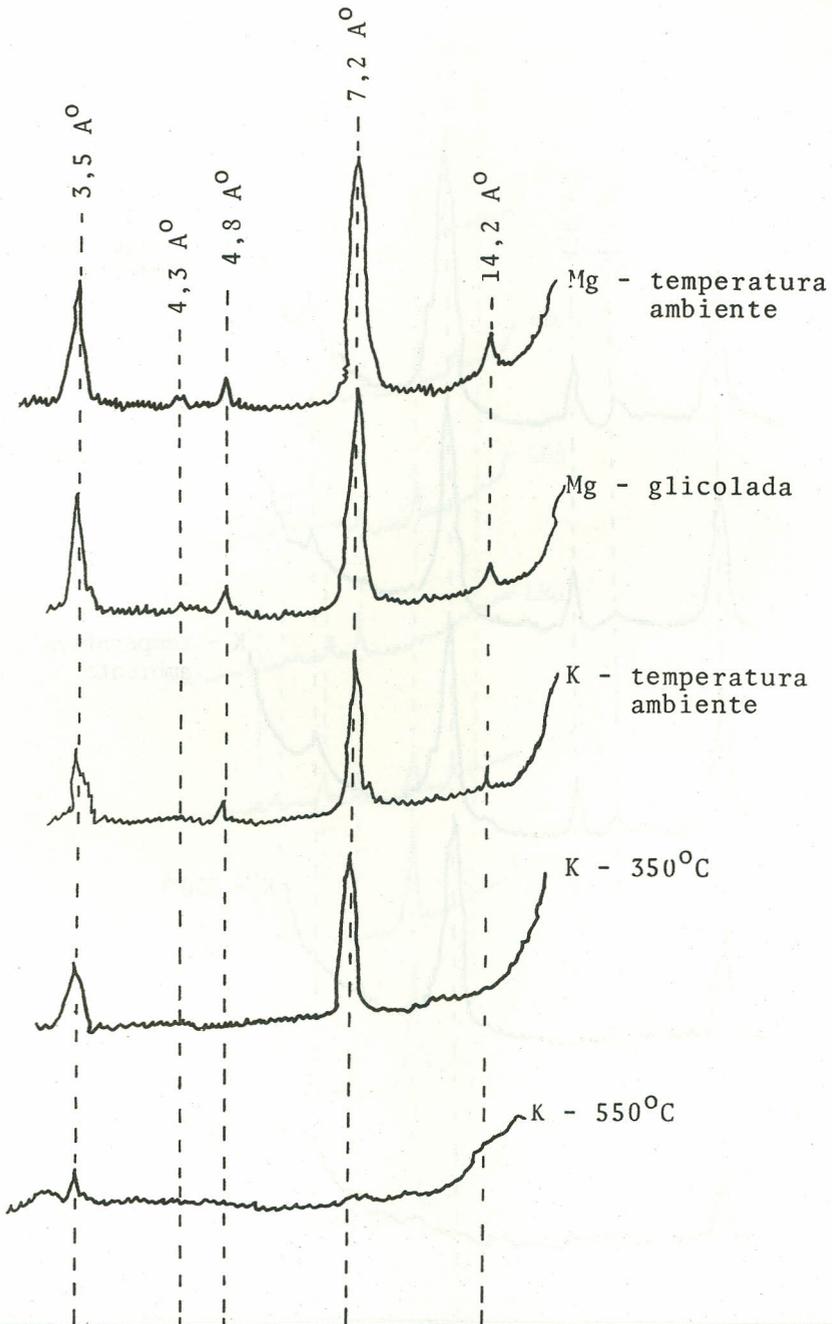


FIGURA 4 - Difratogramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do LEm.

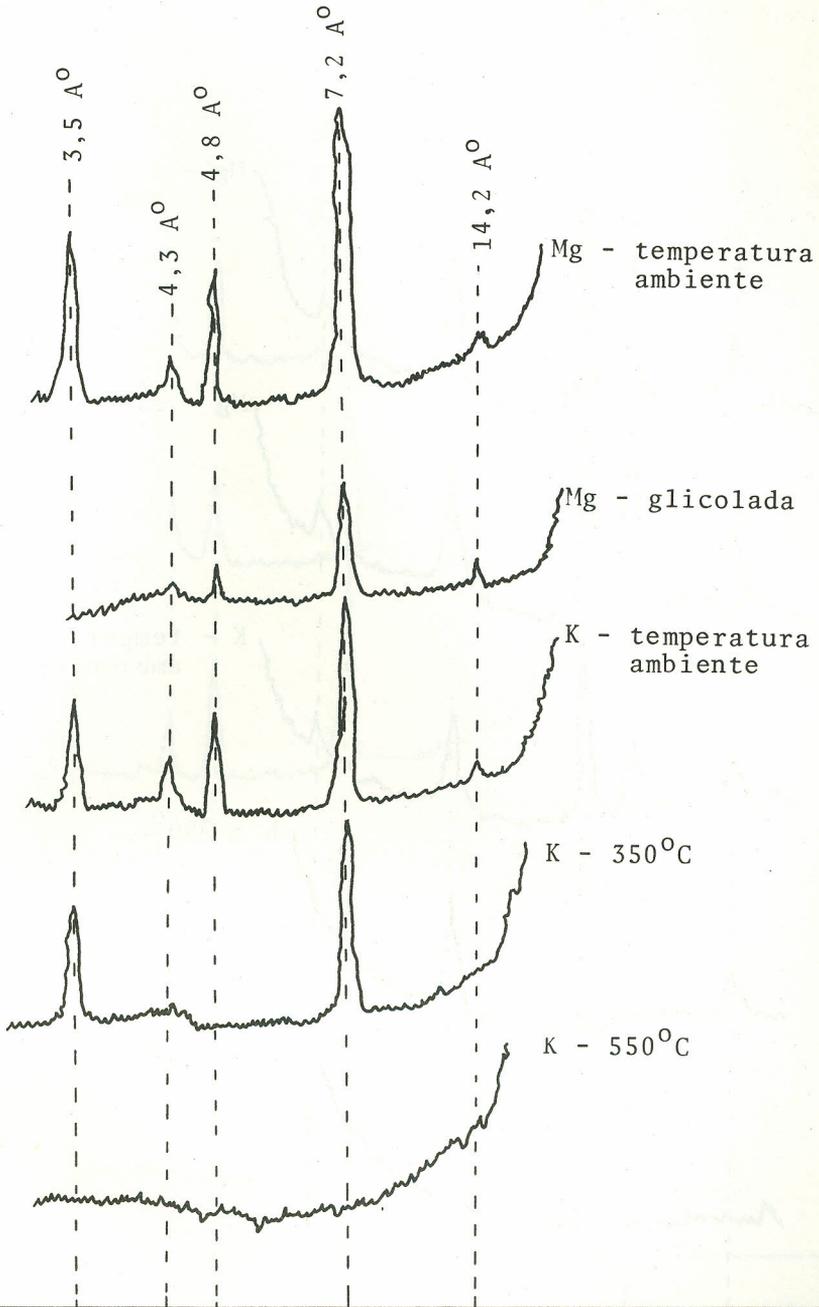


FIGURA 5 - Difratoigramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do LED.

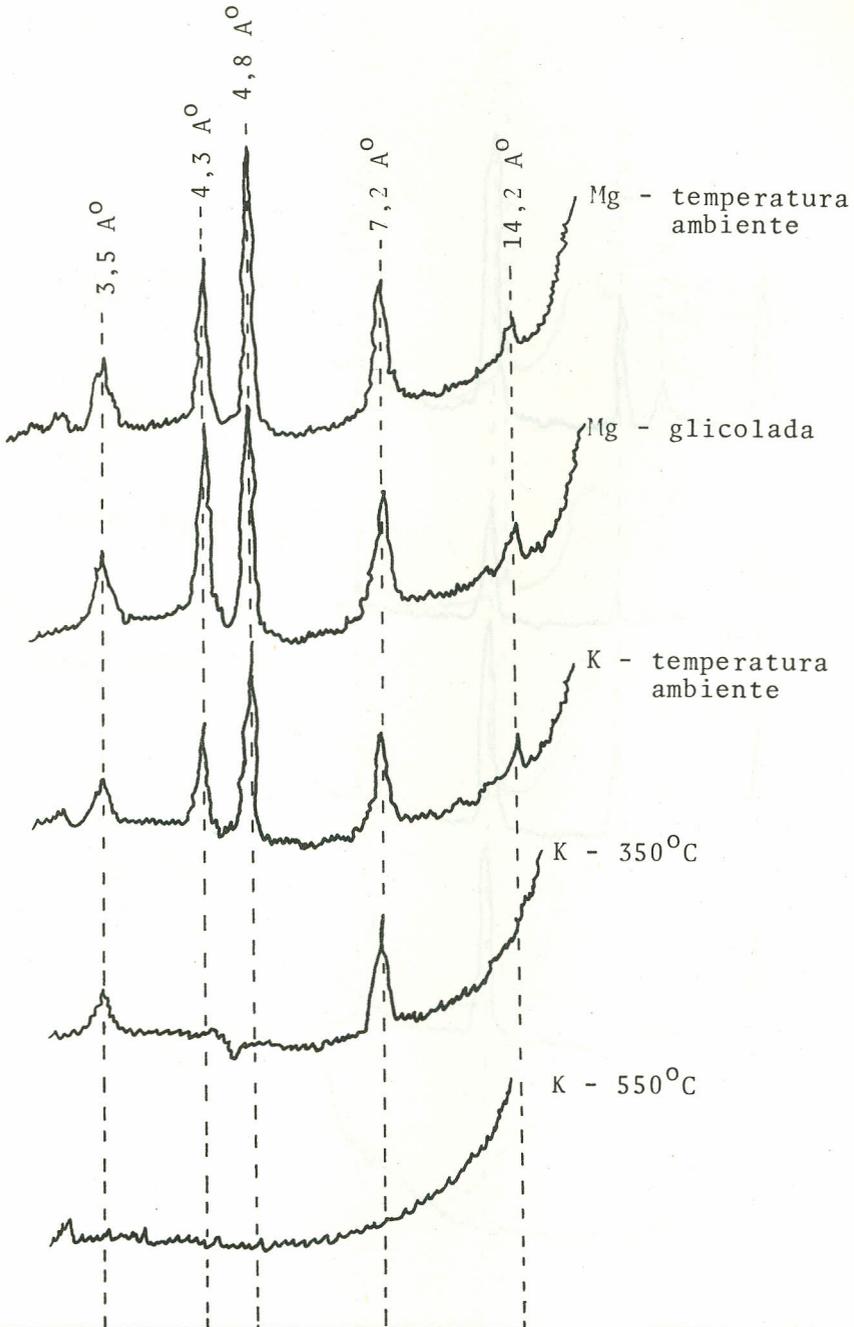


FIGURA 6 - Difratoigramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do LRD.

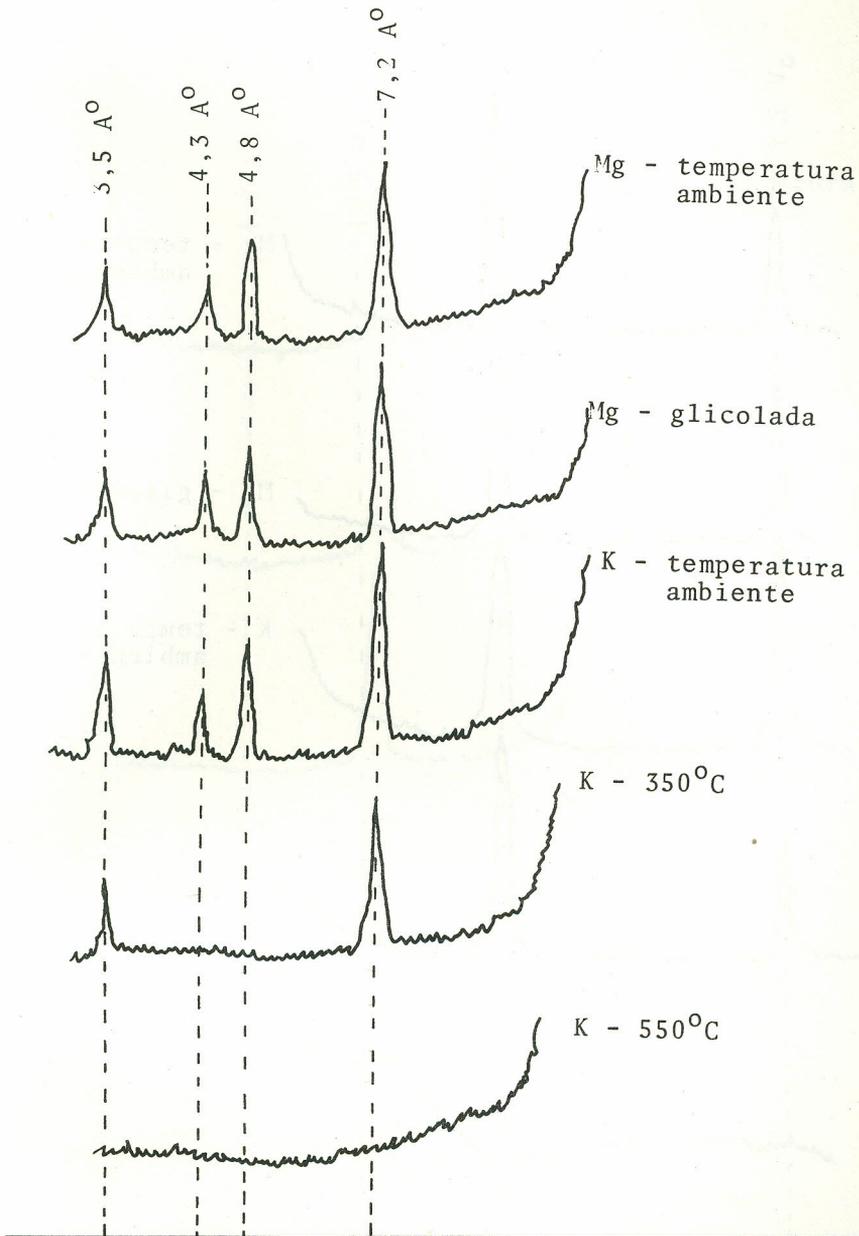


FIGURA 7 - Difratoqramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do Lvd 1 (do Triângulo Mineiro).

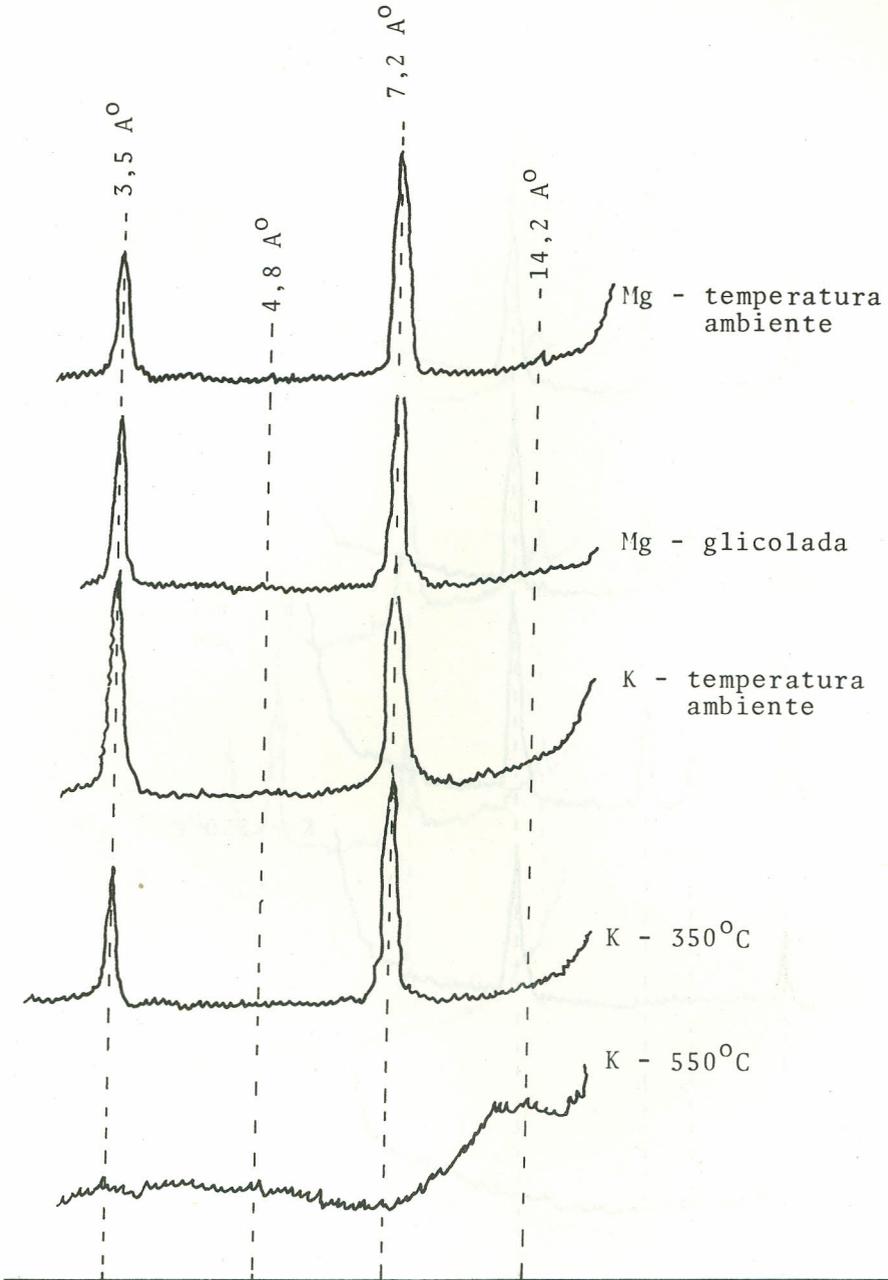


FIGURA 8 - Difractogramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do PEL, a uma intensidade de 5.000 c.p.m., exceto K - 550°C, que foi a 1.000 c.p.m.

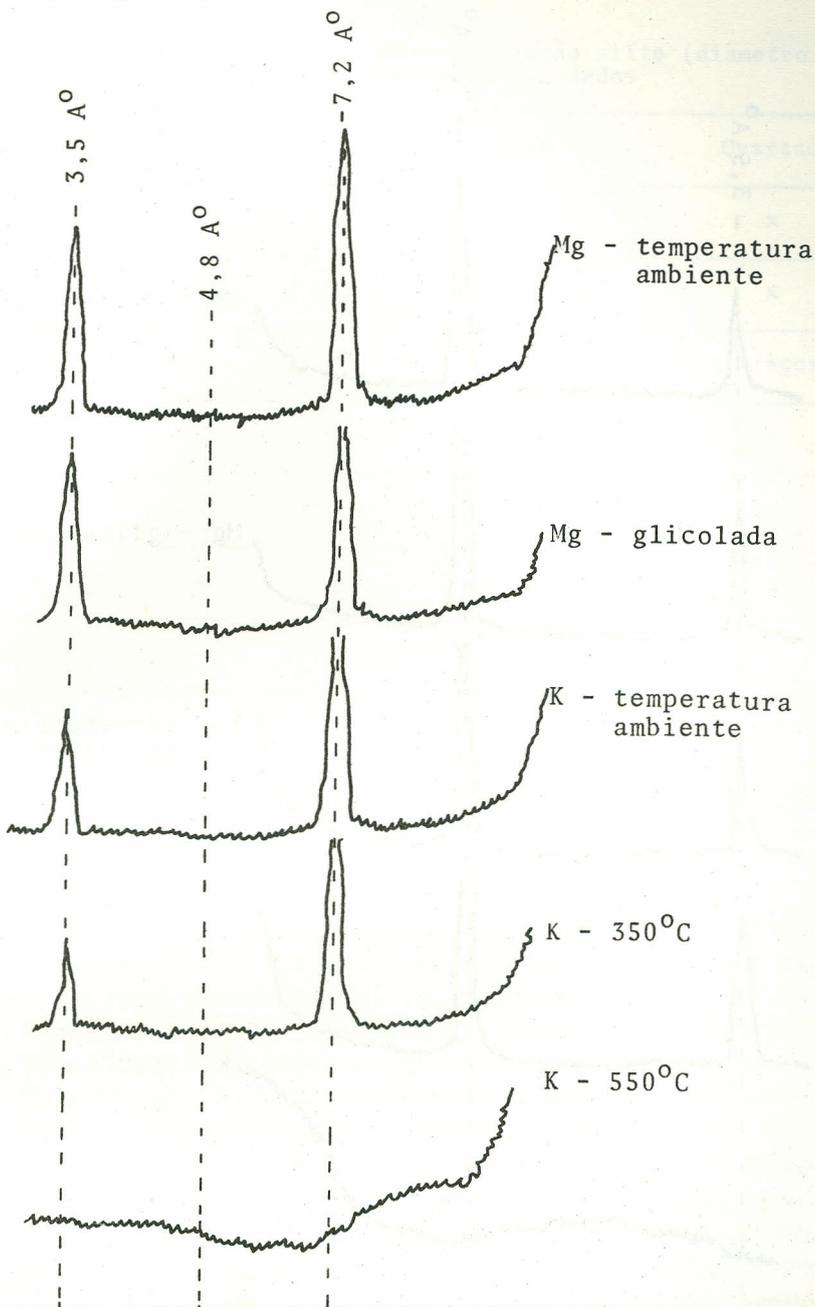


FIGURA 9 - Difractogramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do LVD 2 (de Viçosa) a uma intensidade de 5.000 c.p.m., exceto K - 550°C, que foi a 1.000 c.p.m.

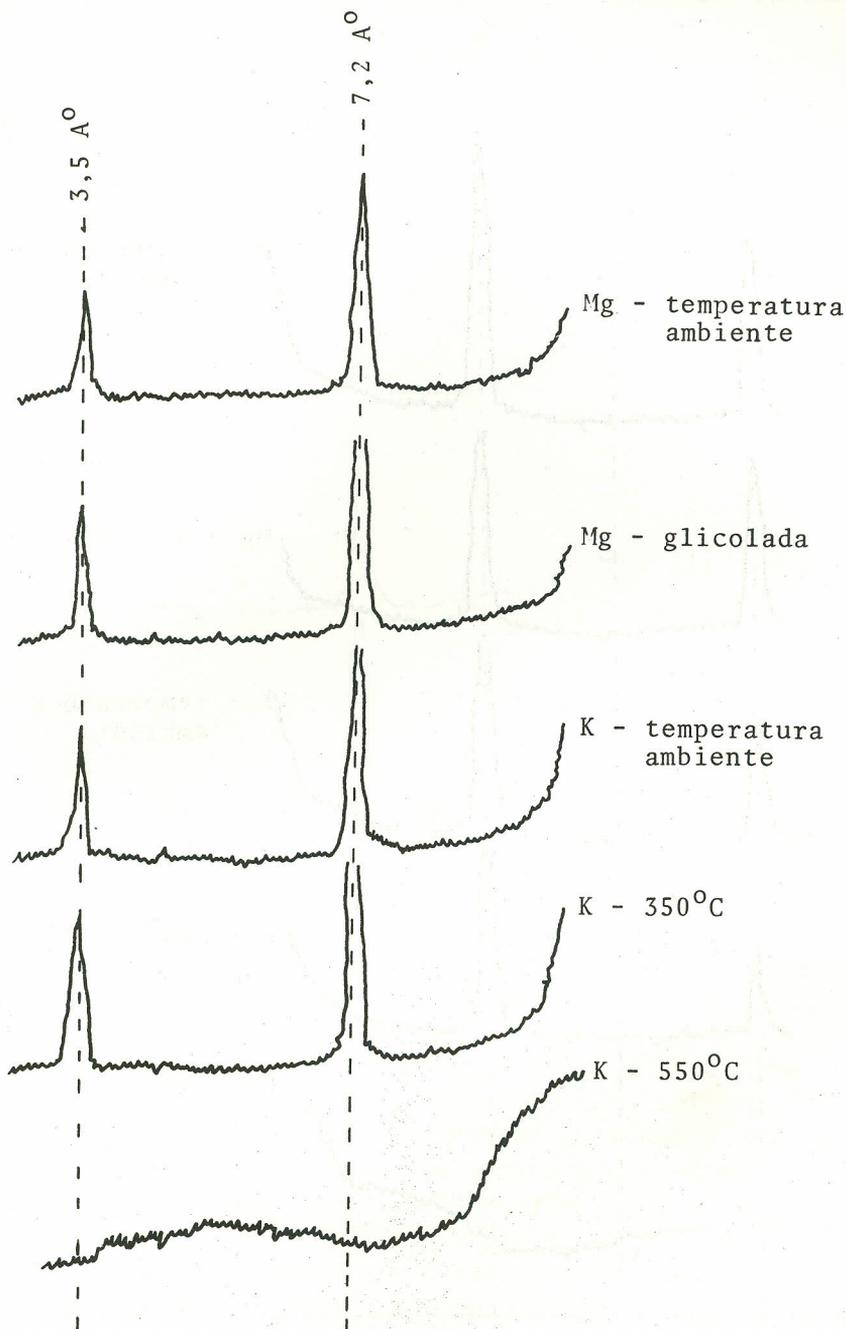


FIGURA 10 - Difratoigramas de Raios-X da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) do PVC, a uma intensidade de 5.000 c.p.m., exceto K - 550°C, que foi a 1.000 c.p.m.

QUADRO 3 - Composição qualitativa da fração silte (diâmetro de 0,05 a 0,002 mm) dos solos estudados

Amostras	Mica	Caulinita	Gibsitita	Quartzo
LEdm	-	x	-	x
LEem	x	x	traços	x
LEd	-	x	x	traços
LRd	-	-	x	-
LVd 1	x	x	x	-
PEL +	-	x	-	x
LVd 2+	-	x	x	-
PVC +	-	x	-	-

+ Solos da região de Viçosa; os demais são do Triângulo Mineiro.

x Presente.

- Ausente.

A presença de minerais, a saber: mica, vermiculita e material intergradacional 2:1 - 2:2, foi constatada nas frações silte e argila de alguns solos (Quadros 3 e 4). Tal fato admite duas explicações: menor grau de intemperismo nesses solos ou, o que é mais provável, esse material, de certo modo, foi protegido dos processos de intemperização (34). A presença de óxido titânico, possivelmente anatásio, visualizada pela permanência do pico de 3,5 Å⁰ nas argilas saturadas com potássio e aquecidas a 550°C, foi constatada na fração argila dos solos LE_{Edm} e LE_{Em} (Figuras 3 e 4). Isto pode ser indício de avançado grau de intemperismo (20). A mineralogia da fração argila (diâmetro inferior a 0,002mm) (Figura 11 e Quadro 5) mostra-nos que, nos solos de textura argilosa, estudados no Triângulo Mineiro, LE_d, LR_d e LV_d 1, a caulinita é o mineral dominante, seguida de gibsitita, material amorfo aos raios-X e ferro livre. Nos solos de textura média, estudados no Triângulo Mineiro, LE_{Edm} e LE_{Em}, e nos solos estudados em Viço-

QUADRO 4 - Composição qualitativa da fração argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) dos solos estudados

Amostra	Vermiculita	Intergradacional 2:1 - 2:2	Caulinita	Gibbsite	Anatásio
LEdm	traços	-	x	x	x
LEem	-	traços	x	x	x
LEd	-	-	x	x	-
LRd	-	-	x	x	-
LVd1	-	-	x	x	-
PEL +	-	-	x	traços	-
LVd2 +	-	-	x	traços	-
PVC +	-	-	x	traços	-

+ Solos da região de Viçosa; os demais são do Triângulo Mineiro.

x Presente.

- Ausente.

sa, PEL, LVd2 e PVC, a caulinita foi também o mineral argiloso dominante, seguida, porém, de material amorfo aos raios-X, ferro livre e gibbsite, a qual nos solos estudados em Viçosa se apresentou apenas em traços. Em quase todos os solos a soma dos componentes está longe dos cem por cento. Isto ocorre porque os métodos utilizados não atacam o ferro presente em minerais, como nontronita, magnetita e ilmenita (19), e porque, além disso, não foi computada a água de constituição.

Os teores de gibbsite (Figura 11 e Quadro 5) crescem à medida que decrescem os teores de caulinita e de material amorfo aos raios-X. Tal fato, também verificado por MONIZ E JACKSON (32), sugere a gibbsite como produto de intemperização de caulinita ou de cristalização do material amorfo. À semelhança do observado por outros pesquisadores (2, 4, 16, 39), o teor de gibbsite pode perfeitamente ser usado como um índice de intemperismo dos solos estudados no Triângulo Mineiro (2, 4, 16, 39). A virtual ausência de gibbsite nos solos estudados em Viçosa pode ser um indício de menor intemperização destes solos, já que parece não haver condições propícias à sua ressilificação (1, 20, 41).

A análise térmica diferencial (Figura 11) revelou presença de goetita na fração argila dos solos LEd e LVd 1, indicando grau de intemperização mais avançado (20).

No Triângulo Mineiro, os solos com maiores teores de gibbsite

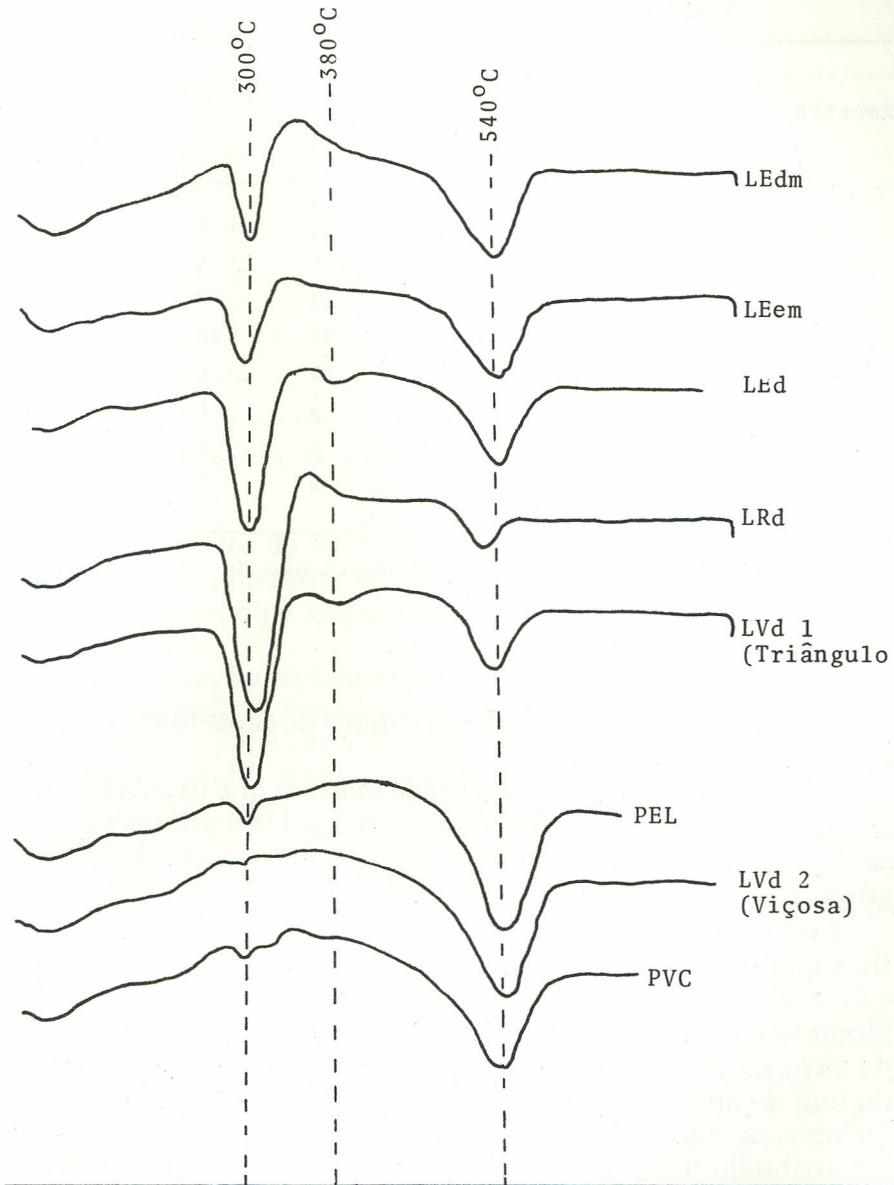


FIGURA 11 - Termogramas da Fração Argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) dos solos estudados.

QUADRO 5 - Resultados da análise mineralógica quantitativa da fração argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) dos solos estudados

Amostra	Cauli- nita %	Amorfo Raios-X		Gibbsite	Ferro livre %	Total %
		%	Ki			
LEdm	45	17	3,45	6	5,7	73,7
LEem	46	16	4,35	5	5,6	72,6
LEd	42	9	1,44	19	7,0	77,0
LRd	14	8	0,65	32	16,0	70,0
LVd1	30	8	0,26	25	6,0	69,0
PEL+	66	14	3,06	x	6,3	86,3
LVd2+	76	15	2,79	x	6,7	97,7
PVC+	58	16	2,77	x	5,3	79,3

+ / Solos da região de Viçosa; os demais são do Triângulo Mineiro.

x Traços (abaixo de 5%).

(Quadro 5) apresentaram menores valores de capacidade de troca de cátions (Quadro 6).

Os resultados obtidos (Quadro 5) indicam que os solos podem ser reunidos em três grupos: o grupo dos solos argilosos de Viçosa, o grupo dos solos de textura média do Triângulo Mineiro e o grupo dos solos argilosos do Triângulo Mineiro.

Como era de esperar, encontrou-se correlação significativa entre superfície específica e teor de argila livre de ferro (Quadro 1, 6 e 7). Nos solos estudados, além dessa argila, influenciaram mais diretamente na superfície específica, os teores de material amorfo e de ferro livre (Quadro 7). Nos solos estudados em Viçosa, depois do teor de argila livre de ferro, o material amorfo foi de maior influência na superfície específica, confirmando o grande papel a ele atribuído nos solos (42). Por outro lado, nos solos estudados no Triângulo Mineiro, depois do teor de argila livre de ferro, o ferro livre foi que influenciou mais significativamente na superfície específica (Quadro 7). Outros pesquisadores (8, 13) verificaram também o relevante papel destes óxidos na superfície específica da fração argila. Atribuem este comportamento ao fato de grande

QUADRO 6 - Características da fração argila (diâmetro inferior a 0,002 mm) dos solos estudados

Amostra	CTC Eqmg/100 g	Sup. Especif. m ² /g
LEdm	6,1	99,4
LEem	5,3	93,5
LEd	4,0	79,7
LRd	4,3	86,4
LVd1	4,1	39,2
PEL+	7,0	101,6
LVd 2+	6,8	105,1
PVC+	6,9	107,3

+/ Solos da região de Viçosa; os demais são do Triângulo Mineiro.

parte dos óxidos de ferro livre se apresentar como partículas distintas, com dimensões extremamente pequenas e bem cristalizadas, conferindo a este componente uma alta superfície específica (12, 34).

A correlação significativa entre capacidade de troca de cátions e superfície específica (Quadros 6 e 7) é facilmente explicável, uma vez que a capacidade de troca de cátions é um fenômeno de superfície (33). Assim, todos os fatores que influem na superfície específica, tais como teores de argila, de material amorfo e de ferro livre, influenciam a capacidade de troca de cátions. A argila influi igualmente tanto nos solos estudados no Triângulo Mineiro como nos solos estudados em Viçosa (Quadro 7). O material amorfo é muito mais ativo nos solos estudados em Viçosa do que nos solos estudados no Triângulo Mineiro (Quadro 7).

Nos solos estudados no Triângulo Mineiro, a textura, determinada em amostra livre de ferro, por ser uma característica facilmente mensurável, poderá ser usada como bom separador de características mineralógicas e propriedades correlatas. Isto é justificável, uma vez que se obtiveram correlações significativas entre as texturas e as características e propriedades estudadas (Quadro 7).

Um paralelo entre o Latossolo Vermelho-Amarelo do Triângulo Mineiro, LVd1, e o Latossolo Vermelho-Amarelo de Viçosa, LVd 2, mostra que, apesar de semelhantes em seus constituintes, dife-

QUADRO 7 - Correlação entre características mineralógicas e algumas propriedades dos solos estudados

Função (f(x))	Solos <u>b/</u>	Equação (y)	Coef. de Correl. (r)
Sup. Específica = f (argila) <u>a/</u>	1	0,76 x + 5,41	0,976++
	2	1,08 x - 8,81	0,993+
Sup. Específica = f (amorfo)	1	14,93 x - 30,61	0,346
	2	5,33 x + 9,93	0,997+
Sup. Específica = f (ferro livre)	1	0,93 x + 34,04	0,935+
	2	21,33 x - 89,33	0,527
CTC = f (sup. específica)	1	0,31 x + 0,70	0,980++
	2	0,05 x + 0,58	0,969+
CTC = f (argila)	1	0,02 x + 0,85	0,987++
	2	0,08 x - 0,98	0,990+

a/ Argila livre de Ferro.

b/ 1 = solos do Triângulo Mineiro.
2 = solos de Viçosa.

+/ Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

++/ Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

rem na proporção destes (Quadro 8). A principal diferença está nos teores de gibsita e de caulinita e no Ki do material amorfo. Nota-se a maior atividade da fração argila no Lvd 2, decorrente de seu menor grau de intemperismo, prontamente visualizado pela virtual ausência de gibsita nesta fração. Os óxidos de ferro livre do Lvd 1 possivelmente são mais bem cristalizados, fato evidenciado pela menor interferência destes na capacidade de troca de cátions. Esta variação, encontrada em dois solos similares, indica a relevância de se confinarem as comparações a regiões bioclimaticamente semelhantes.

QUADRO 8 - Comparações entre o Lvd 1, do Triângulo Mineiro, e o Lvd 2, da região de Viçosa

	Lvd 1	Lvd 2
Caulinita (%)	30,0	76,0
Gibsita (%)	25,0	traços
Amorfo (%)	8,0	15,0
Ferro livre (%)	6,0	6,7
CTC e qmg/100 g de argila	4,1	6,8
Sup. específica (m ² /g de argila)	89,2	105,1
Ki do material amorfo	0,26	2,79

5. RESUMO E CONCLUSÕES

As análises granulométrica e mineralógica, qualitativa e quantitativa, os valores de capacidade de troca de cátions e de superfície específica de cinco solos selecionados no Triângulo Mineiro, LE_{dm}, LE_{em}, LE_d, LR_d e Lvd 1, e de três solos de uma cronosseqüência em Viçosa, PEL, Lvd 2 e PVC, permitem concluir:

- a) a dificuldade de dispersão pelo método de rotina está mais associada ao teor de ferro livre nos solos estudados no Triângulo Mineiro, enquanto que aos elevados teores de argila nos solos estudados em Viçosa é creditada maior associação.
- b) solos com maiores teores de gibsita apresentaram menor atividade da fração argila.
- c) os resultados das análises quantitativas das frações texturais permitem separar os solos em três grupos: argilosos do

Triângulo Mineiro; de textura média do Triângulo Mineiro e solos argilosos de Viçosa;

- d) análises de correlações indicam que o material amorfo é um dos principais responsáveis pelo comportamento da fração argila nos solos estudados em Viçosa, enquanto o ferro livre representa esse papel nos solos do Triângulo Mineiro.

6. SUMMARY

Mineralogy of five soils from the Triângulo Mineiro and three from Viçosa, Minas Gerais, Brazil, was studied and its implications for phosphorus adsorption assessed.

From the mineralogical results it is possible to separate these soils into three groups:

- the clayey texture soils from the Triângulo;
- the medium texture soils from the Triângulo, and
- the clayey texture soils from Viçosa.

In the clayey texture soils from the Triângulo, the kaolinite is the more abundant clay mineral, followed by Gibbsite, x-amorphous materials, and free iron oxides.

In the medium texture soils from both areas, kaolinite is also the dominant clay mineral, followed by x-amorphous materials, free iron oxides, and Gibbsite.

For all soils the clay fraction activity decreases as the Gibbsite content increases.

The correlation analysis indicated that the x-amorphous materials are the main ones responsible for the behavior of clay fraction of the Viçosa soils, whereas the free iron oxides play this role in the Triângulo Mineiro soils.

7. LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, L.T.; HENDRICKS, S.B. & FAUST, G.T. Occurrence of gibbsite some soil forming materials. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 6: 52-57. 1941.
2. ANDRADE, S.S. *Gênese e classificação de solos de três catenas nos municípios de Piracicaba e Rio Claro*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», 1971. 74 p. (Tese M.S.).

3. BARNHISEL, R.I. & RICH, C.I. Gibbsite, bayerite and nontronite formation as affected by anions, pH and mineral surfaces. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 29 (5): 531-534. 1965.
4. BENNEMA, J.; JONGERIUS, A. & LEMOS, R.C. Micromorphology of some oxic and argillic horizons in south Brazil in relation to weathering sequences. *Geoderma*, Amsterdam, Netherlands, 4: 333-355. 1970.
5. BLASCO, M.L.; WEIR, A.H.; CATT, J.A. & OMEROO, E.C. Mineralogy of the soils of the Rio Cauca valley, Colombia. *Turrialba*, Turrialba. 19 (3): 332-339. 1969.
6. DEMATTÊ, J.L.I.; KINJO, T. & MENDES, A.C.T. Mineralogia da fração argila de perfis de solos da série Piracicaba. *Anais da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»*, Piracicaba, 25: 51-68. 1968.
7. DEMATTÊ, J.L.I.; MENDES, A.C.T. & KINJO, T. Mineralogia da fração argila de perfis de solos da série Ibituruna. *Anais da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»*, Piracicaba, 28: 85-98. 1968.
8. DESHPANDE, T.L.; GREENLAND, D.J. & QUIRK, J.P. Changes in soil properties associated with the removal of iron and oxides. *J. Soil Sci.*, Oxford, 19 (1): 108-122. 1968.
9. FERNANDES, B. & RESENDE, M. *Caracterização de solos sob cerrado e disponibilidade d'água para culturas*. Viçosa, 1972. 31 p. (Relatório ao CNPq, não publicado).
10. GIRARDI, V.A.V. & MELFI, A.J. Mineralogia dos solos da série Taquaral na Estação Experimental «Theodoreto de Camargo». *Bragantia*, Campinas, 22: 139-148. 1963.
11. GOEDER, W.J. Contribuição ao estudo das argilas dos solos do Rio Grande do Sul. *Pesq. Agrop. Bras.*, Rio de Janeiro, 2: 245-258. 1967.
12. GREENLAND, D.J.; OADES, J.M. & SHERWIN, T.W. Electron-microscope observations of iron oxides in some red soils. *J. Soil Sci.*, Oxford, 19 (1): 123-126. 1968.

13. GROHMAN, F. Superfície específica. In: MONIZ, A.C., ed. *Elementos. Elementos de pedologia*. São Paulo, Polígono, 1972. p. 111-122.
14. HASHIMOTO, I. & JACKSON, M.L. A rapid dissolution of allophane and kaolinite-halloysite after dehydration. *Clays and Clay Minerals*, London, 7: 102-113. 1960.
15. HEILMAN, M.D.; CARTER, D.L. & GONZALES, C.L. The ethylene glycol monoethyl ether (E.G.M.E.) technique for determining soil surface area. *Soil Sci.*, Baltimore, 100 (6): 409-413. 1965.
16. HSEUNG, Y. & JACKSON, M.L. Mineral composition of the clay fraction. III. Of some main soil groups of China. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 16 (3): 294-297. 1952.
17. HSU, Pa Ho. Formation of gibbsite from aging hydroxy-aluminum solutions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30 (2): 173-176. 1966.
18. JACKSON, M.L. Chemical composition of soils. In: BEAR, F. E. ed. *Chemistry of the soil*. 2 ed., New York, Reinhold, 1967. p. 71-141.
19. JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis. Advanced Course*. Madison, University of Wisconsin, 1956. 991 p.
20. JACKSON, M.L. & SHERMAN, G.D. Chemical weathering of minerals in soils. *Advances in Agronomy*, 5:219-318. 1953.
21. JACOMINE, P.K.T. *Descrição das características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de alguns perfis de solos sob vegetação de cerrado*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 126 p. (Boletim Técnico n.º 11).
22. KELLER, W.D. *Principles of chemical weathering*. Columbia, Lucas Brothers Publishers, 1968. 111 p.
23. KILMER, V.J. & ALEXANDER, L.T. Methods of making mechanical analysis of soils. *Soil Sci.*, 68 (1): 15-24. 1949.

24. KITTRICK, J.A. & HOPE, E.W. A procedure for the particle-size separation in soils for X-ray diffraction analysis. *Soil Sci.*, 96 (5): 319-325. 1963.
25. LEAL, J.L. *Adsorção de fosfatos em Latossolos sob cerrado*. Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1971. 96 p. (Tese M.S.).
26. LEMOS, R.C. *Notas do curso de edafologia*. Santa Maria, Universidade de Santa Maria, 1963. 104 p. (Mimeografado).
27. MCLEAN, E.O. Aluminum. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 978-998 (Agronomy Series n.º 9).
28. MELFI, A.J., GIRARDI, V.A.V. & MONIZ, A.C. Mineralogia dos solos da Estação Experimental Theodureto de Camargo. *Bragantia*, 25: 9-30. 1966.
29. MERWE, C.R.V.D. & HEYSTEK, H. Clay minerals of South African soil groups: 1 — Laterites and related soils. *Soil Sci.*, 74 (5): 383-401. 1952.
30. MITCHELL, B.O.; FARMER, V.C. & McHARDY, W.J. Amorphous inorganic material in soils. *Advances in Agronomy*, 16: 327-383. 1964.
31. MONIZ, A.C. Mineralogia do solo. In: Moniz, A.C. ed. *Elementos de pedologia*. São Paulo, Polígono, 1972. p. 391-408.
32. MONIZ, A.C. *Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slate*. Madison, University of Wisconsin, 1967. 74 p. (M.S. thesis).
33. MORTLAND, M.M. Specific surface and its relationships to some physical and chemical properties of soils. *Soil Sci.*, 78 (5): 343-347. 1954.
34. MOURA FILHO, W. & BUOL, S.W. Studies of a Latossolo Roxo (Eutrústox) in Brazil: clay mineralogy. *Experientiae*, 13 (7): 218-234. 1972.

35. OLSON, R.V. Iron. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 963-973. (Agronomy Series n.º 9).
36. PINTO, O.C.B. Notas sobre formação de gibsitita em solos de Viçosa. *R. Ceres*, 19 (104): 299-305. 1972.
37. PINTO, O.C.B., YAHNER, J.E. & ROTH, C.B. Natureza e formação de caolinita em forma de pseudomica, em solos de Viçosa, Minas Gerais. *Experientiae*, 13 (12): 383-421. 1972.
38. PRATT, P.F. & ALVAHYDO, R. Características da permuta de cátions de alguns solos do Estado de São Paulo. *Pesq. Agrop. Bras.*, 1: 401-406. 1966.
39. PRATT, P.F., PETERSON, E.F. & HOLZHE, C.S. Qualitative mineralogy and chemical properties of a few soils from São Paulo, Brazil. *Turrialba*, 19 (4): 491-496. 1969.
40. REZENDE, S.B. *Estudo de crono-toposequência em Viçosa, Minas Gerais*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1971. 71 p. (Tese M.S.).
41. RICH, C.I. & THOMAS, G.W. The clay fraction of soils. *Advances in Agronomy*, 12:1-39. 1960.
42. SCHERMAN, G.D., MATSUSAKA, Y., IKAWA, H. & UEHARA, G. The role of the amorphous fraction in the properties of tropical soils. *Agrochimica*, 8 (2): 146-163. 1964.
43. TAMURA, T., JACKSON, M.L. & SCHERMAN, G.D. Mineral content of Low Humic, Humic and Hydrol Humic Latosols of Hawaii. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 17 (4): 343-346. 1953.
44. TAMURA, T., JACKSON, M.L. & SCHERMAN, G.D. Mineral content of a Latosolic Brown Forest Soil and a Humic Ferruginous Latosol of Hawaii. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 19 (4): 435-439. 1955.