

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 22

Campinas, março de 1963

N.º 13

MINERALOGIA DOS SOLOS DA SÉRIE TAQUARAL NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL "TEODURETO DE CAMARGO" (1)

VICENTE ANTÔNIO VITÓRIO GIRARDI e ADOLPHO JOSÉ MELFI, *geólogos, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônomo* (2).

RESUMO

Os minerais componentes dos solos da série Taquaral são provenientes do diabásio e de sedimentos glaciais. A contribuição desses sedimentos atinge grandes profundidades, apresentando pequena variação percentual nos horizontes A, B e C e diminuindo sensivelmente no CDr, onde é acentuada a influência do diabásio.

Foi estudado o intemperismo do diabásio, sob as condições de boa drenagem e topografia alta, bem como a composição mineralógica do solo.

1 — INTRODUÇÃO

Durante os trabalhos de separação granulométrica dos solos da Estação Experimental "Teodureto de Camargo", realizados na Seção de Agrogeologia, foram enviadas aos autores, para exame de rotina, as frações areia, limo e argila dos perfis de solo da série Taquaral (6), definida como terra-roxa muito misturada.

Nesse exame constatou-se a presença de minerais de contribuição (de sedimentos glaciais) em todos os horizontes, até grandes profundidades (horizonte CDr), e a existência de gibsita na fração areia grossa pseudomórfica sobre feldspatos. A necessidade de se realizar estudo pormenorizado sobre a variação da contribuição dos sedimentos glaciais com a profundidade e sobre a ocorrência de gibsita, além do estabelecimento de uma metodologia para os estudos mineralógicos dos solos, sugeriu a realização do presente trabalho.

(1) Recebido para publicação em 4 de fevereiro de 1963.

(2) Os autores deixam expressos seus agradecimentos ao engenheiro-químico Alcyr César do Nascimento, Chefe da Seção de Agrogeologia, pelas sugestões apresentadas.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Para os estudos mineralógicos pormenorizados escolheu-se o perfil 864⁽³⁾, por ser o único a atingir o diabásio e por representar mineralógicamente a série Taquaral.

As amostras utilizadas, 30 g de (T.F.S.A.) de cada horizonte, foram tratadas com RCl (1:4) para extração do ferro. A separação granulométrica foi efetuada tratando-se o material com NaOH 0,01 N e agitando-se na batadeira durante 10 minutos.

Por meio de dispersão e lavagens sucessivas foram eliminadas as frações de diâmetros inferiores a 0,01 mm (argila e parte do limo); utilizando-se peneiras, separaram-se as frações 2-0,2 mm, que foram as únicas examinadas sob lupa binocular, e 0,1-0,05 mm. Levou-se o material restante aos cilindros de decantação, e aplicando-se a lei de Stocke foram obtidas as frações 0,05-0,02 mm e 0,02 a 0,01 mm, que, juntamente com a 0,1-0,05 mm, foram estudadas ao microscópio.

Nas frações 0,1-0,05 mm, 0,05-0,02 mm e 0,02-0,01 mm efetuou-se a separação dos minerais pesados por meio de bromofórmio (densidade 2,87). Esta foi iniciada pelo método clássico, utilizando-se o funil separador. Sendo a operação demasiado lenta, as frações foram centrifugadas, acelerando-se o processo. A rotação utilizada, determinada experimentalmente, foi de 1000 r.p.m. durante 10 minutos.

Para maior precisão nas determinações quantitativas, após a primeira centrifugação os tubos que continham o material eram agitados e levados novamente à centrífuga. Em certos casos repetiu-se o processo até quatro vezes para se obter completa separação.

O resíduo pesado foi analisado por meio de lâminas sedimentológicas, usando-se para a montagem bálsamo do Canadá e *hyrax*, com índices de refração 1,54 e 1,68, respectivamente.

O exame das frações 0,01-0,02 mm, 0,02-0,05 mm e 0,05-0,1 mm mostrou identidade mineralógica qualitativa, decidindo-se, então, escolher uma delas para estudos quantitativos nos diferentes horizontes, para possibilitar comparação pormenorizada entre eles. Em virtude de apresentar maior quantidade de pesados, e dos minerais possuírem tamanho que facilita a observação microscópica, escolheu-se a fração 0,05-0,1 mm, sendo contados, em média, 500 grãos para cada horizonte.

As lâminas das frações leves foram preparadas com bálsamo do Canadá, sendo os minerais examinados, neste caso, apenas qualitativamente.

O diabásio, rocha sobre a qual o solo se desenvolveu, foi estudado por intermédio de lâminas petrográficas. Uma platina integradora Leitz possibilitou a contagem dos minerais.

O processo de laboratório acima descrito está esquematizado na figura 1.

(3) Número de arquivo da Seção de Agrogeologia.

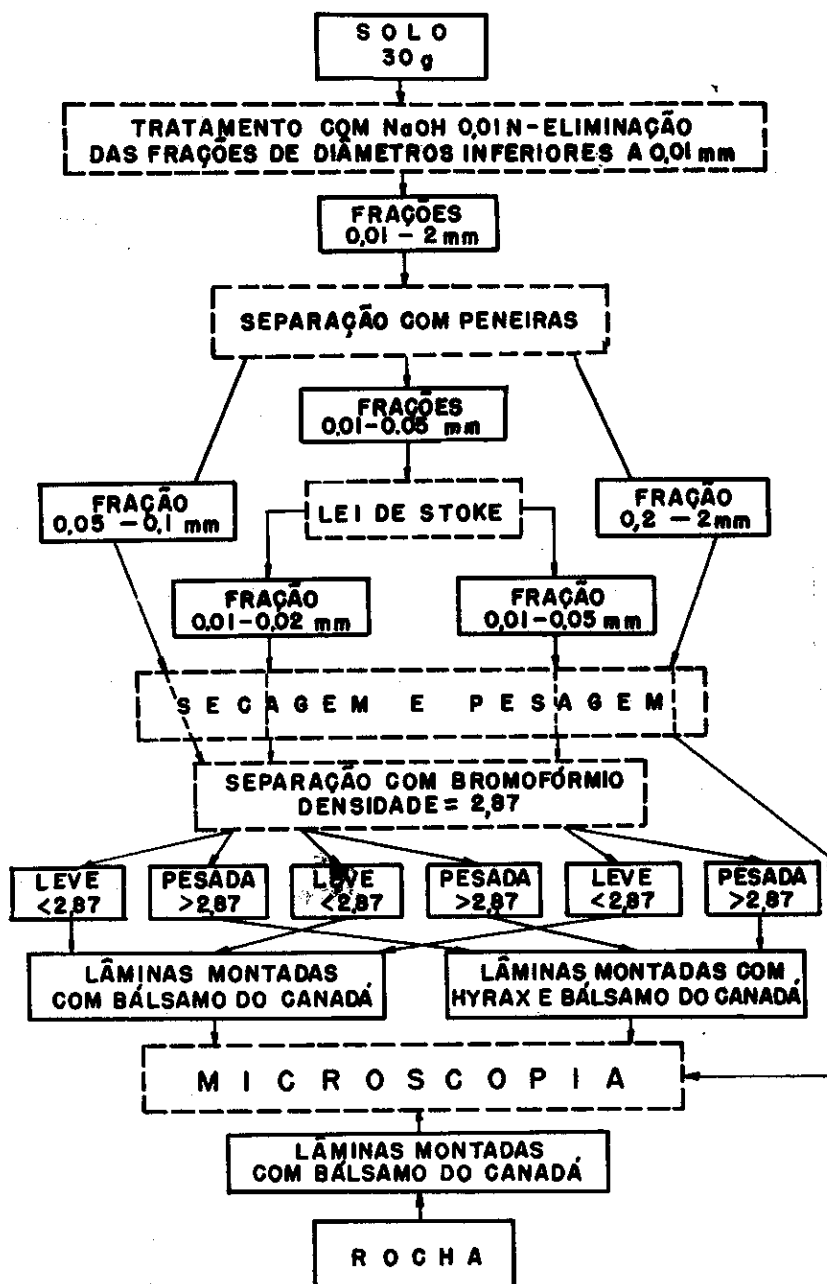


FIGURA 1. — Esquema de seqüência dos trabalhos efetuados em laboratório.

Posteriormente, foi separada parte da fração argila dos horizontes examinados, para estudos qualitativos. A separação foi feita a partir de 10 g de solo, agitando-se o material com NH_4OH em uma bateadeira durante 10 minutos. O reconhecimento mineralógico foi efetuado pelo método da difração aos raios X, utilizando-se também êste processo nas frações 2-0,2 mm, 0,2-0,05 mm, 0,05-0,02 mm e 0,02-0,01mm para identificação da gibsita.

2.1 — DESCRIÇÃO DO PERFIL 864

O perfil de solo analisado está situado na cota de 664 m e em posição topográfica de alto de colina (fig. 2). O relêvo é, em geral, ondulado a pouco ondulado, com declividade variando de 0° a 3° . As drenagens interna e externa são boas. Não há erosão visível, sendo a cobertura vegetal secundária.

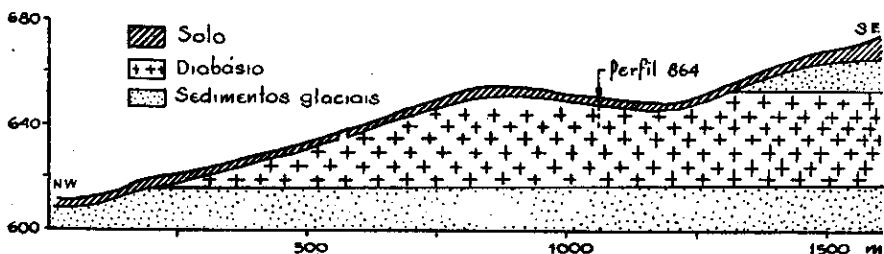


FIGURA 2. — Perfil topográfico e geológico no local de coleta do perfil de solo n.º 864.

O perfil pode ser descrito sucintamente do seguinte modo:

- 0-13 cm — Camada *a*, horizonte A_{1p} . Côr 2,5 YR 3/4, com textura barrenta a areno-argilosa. O horizonte é abrupto e a topografia plana.
- 13-38 cm — Camada *b*, horizonte A_3 . Côr 2,5 YR 3/4 a 10 R 3/4, com textura argilosa. O horizonte é abrupto e a topografia plana.
- 38-73 cm — Camada *c*, horizonte B_{21} . Côr 2,5 YR 3/4, com textura barrenta e areno-argilosa. O horizonte é claro a gradual e a topografia é plana.
- 73-115 cm — Camada *d*, horizonte B_{22} ou B_3 . Côr 2,5 YR 3/6, com textura barrenta a areno-argilosa. O horizonte é gradual a difuso e a topografia é ondulada.
- 115-180 cm — Camada *e*, horizonte B_3 ou C . Côr 2,5 YR 3/6, porém mais claro que a anterior, com textura barrenta a areno-argilosa.

180-430 cm — Camadas *f*, *g*, *h*, *i* e *j*; horizonte C. Côr 2,5 YR 3/4 com textura argilosa.

430-500 cm — Camada *k*, horizonte CDr. Côr 2,5 YR 3/4, com textura argilosa com concreções amareladas 10 YR 5/6.

500-510 cm — Camada *l*, horizonte CDr. Rocha.

As texturas determinadas no campo foram verificadas no laboratório por meio de análise granulométrica.

QUADRO 1. — Análise granulométrica do Perfil 864 (1)

Camada	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila	Textura
	%	%	%	%	
a	36,0	21,0	10,5	32,5	B
b	30,0	23,4	8,6	38,0	B
c	30,5	20,5	4,8	44,2	Arg
d	31,0	22,0	13,5	33,5	B
e	28,0	21,1	18,6	32,3	B
f	29,0	20,6	20,2	30,2	B
g	29,0	19,5	17,5	34,0	B
h	27,0	22,6	15,4	35,0	B
i	26,0	28,0	16,0	30,0	B
j	25,0	31,5	16,5	27,0	B
k	24,0	32,2	18,8	25,0	FAB
l	25,0	42,4	19,6	13,0	FA

(1) Análise elaborada na Seção de Agrogeologia do Instituto Agronômico, Campinas.

3 — MINERALOGIA

A composição do diabásio, rocha sôbre a qual o solo se desenvolveu, é a seguinte:

Plagioclásios	52,1%
Piroxênios (augita e pigeonita)	37,5%
Opacos	8,0%
Olivina	1,7%
Mesostasis (quartzo, apatita e feldspato potássico) ..	0,7%

Esses minerais apresentam, sob a ação do intemperismo, comportamentos diversos. Olivinas e piroxênios, minerais facilmente alteráveis, não foram encontrados no solo. Plagioclásios, pouco mais resistentes

que olivinas e piroxênios, sofreram também os efeitos intempéricos, não aparecendo no solo; sendo, porém, sua existência testemunhada pela presença de gibsita e caulinita-haloisita, produtos de sua alteração. Os minerais com estrutura caulinita-haloisita foram encontrados somente na fração argila, enquanto que a gibsita aparece tanto na fração argila como nas mais grosseiras. Nestas últimas ela surge pseudomórfica sobre feldspato. A apatita existe apenas no horizonte CDr em pequena quantidade. A ação do intemperismo fê-la desaparecer nos outros níveis.

Dentre os minerais existentes no diabásio, quartzo e opacos são os mais resistentes, concentrando-se no solo.

3.1 — FRAÇÃO 2.02 mm

Para o estudo desta fração foram examinados, em média, 1000 grãos em cada horizonte. Quartzo, opacos, e gibsita foram os minerais observados em todos os níveis, sendo o estudo de suas variações percentuais de grande valia nas considerações sobre a gênese do solo.

QUADRO 2. — Variação percentual da composição mineralógica da fração 0,2-2 mm, nos diferentes horizontes do perfil 864. As porcentagens são dadas em volume

Composição mineralógica	Horizontes			
	A	B	C	CDr
	%	%	%	%
Quartzo	93,2	91,3	89,5	21,9
Opacos	5,9	7,8	8,2	22,2
Gibsita	0,9	2,9	1,3	57,9
Grãos contados	1 174	1 384	930	980

O quartzo apresenta pequena variação percentual nos horizontes A, B e C, diminuindo sensivelmente no CDr. Os grãos arredondados, evidenciando transporte, constituem grande maioria.

Os opacos, magnetita, ilmenita e magnetita associada à ilmenita, variam ligeiramente em porcentagem nos três primeiros horizontes, havendo, porém, no CDr, considerável aumento. Apresentam-se comumente mal arredondados, esqueletiformes, associados à gibsita; porém uma pequena parte, que se concentra principalmente nas camadas superiores, possui bom arredondamento. A diferença de comportamento

apresentada pelos opacos evidencia duas origens diferentes: os primeiros provêm certamente do diabásio, enquanto que os últimos derivam dos sedimentos glaciais.

Além de quartzo e opacos, observou-se à lupa cristais brancos possuindo características (formas e clivagem) que levaram a suspeitar tratar-se de feldspato. Exame posterior por difração aos raios X evidenciou, porém, estrutura de gibsita. Esta aparece em pequena quantidade nos horizontes A, B e C, sendo, todavia, no CDr o mineral predominante.

O fato de todos os cristais examinados serem gibsita pseudomórfica, sôbre feldspato, sugere, fortemente, a possibilidade de ter havido transformação direta dêste em gibsita. As condições do local de desenvolvimento do perfil, topografia alta e boa drenagem, facilitariam essa transformação.

Existem controvérsias a respeito da primeira fase de alteração dos feldspatos. Na maioria das opiniões, os feldspatos transformam-se inicialmente em caulim; posteriormente a dissilicificação dêstes origina a gibsita. Goldman (1), porém, apresenta provas que o autorizam a admitir que o feldspato originou inicialmente a gibsita, havendo a partir desta a formação de caulim pela adição de sílica.

3.2 — FRAÇÕES 0,1-0,05, 0,05-0,02 e 0,02-0,01 mm

Examinaram-se qualitativamente os resíduos leve e pesado dessas frações. No leve, os minerais encontrados foram quartzo, opala e gibsita. O comportamento do quartzo e gibsita é, em linhas gerais, o mesmo descrito por ocasião do estudo da fração 0,2-2 mm. A opala ocorre em pequena quantidade em quase todos os horizontes. Não foi possível reconhecer sua origem, se derivada do intemperismo de feldspatos ou provenientes dos sedimentos glaciais. Assim, o estudo dêstes minerais não permitiu conclusões a respeito da gênese do solo.

O exame do resíduo pesado evidenciou a presença dos seguintes minerais: opacos, zircão, turmalina, sillimanita, monazita, anatásio e epidoto em todos os horizontes e apatita apenas no CDr.

3.3 — PESADOS DA FRAÇÃO 0,1-0,05 mm

Pelos motivos expostos no capítulo 2, escolheu-se esta fração para a análise quantitativa do resíduo pesado, utilizando-se para a contagem 500 grãos, em média, para cada horizonte. O estudo dos minerais pesados é importante, pois seu caráter e quantidade dá freqüentemente idéia sôbre a origem do solo.

A seguir são relatados, sucintamente, algumas características dos minerais encontrados, pois sendo muito conhecidos, não merecem descrição pormenorizada.

Opacos — Há três tipos: magnetita, ilmenita e magnetita associada à ilmenita. São os minerais predominantes nas frações finas, apresentando-se comumente mal arredondados.

Zircão — Ocorre principalmente com hábito arredondado e também prismático. Não apresenta inclusões visíveis. Extinção, birrefringência, e sinal de alongação são critérios suficientes para caracterização inequívoca.

Monazita — Possui cor amarelo-pálido. Apresenta-se comumente bem arredondada. O alto índice de refração, pequeno ângulo axial e birrefringência permitem fácil identificação.

Sillimanita — Apresenta hábito prismático. Sinal de alongação, extinção, birrefringência, ângulo axial e hábito são os caracteres distintivos para este mineral.

Turmalina (Schorlita) — Aparece com hábito prismático e arredondado. A variedade encontrada apresenta a seguinte fórmula pleocróica:

ω — marrom escuro

ϵ — amarelo

Epidoto — Variedade pistacita. Comumente em grãos mal arredondados. Identificável pela sua cor verde, pleocroísmo, além do grande ângulo axial e sinal negativo.

Apatita — Encontrada apenas no horizonte CDr. A birrefringência e o ângulo axial permitem identificação rápida.

Anatásio — Prismático, caracterizado pelo índice de refração altíssimo, birrefringência e cor amarela.

O quadro 3 mostra a variação percentual, em volume, dos minerais pesados nos horizontes A, B, C e CDr.

A quantidade de zircão, sillimanita, turmalina e monazita, minerais provenientes dos sedimentos glaciais, decresce fortemente no horizonte CDr, onde é acentuada a influência do diabásio como rocha formadora do solo.

QUADRO 3. — Variação mineralógica percentual da fração 0,05-0,1 mm, nos diferentes horizontes do perfil 864. As porcentagens são dadas em volume

Composição mineralógica	Horizontes			
	A	B	C	CDr
	%	%	%	%
Opacos	85,2	87,9	88,5	95,3
Zircão	5,3	6,0	6,2	1,7
Sillimanita	4,0	1,0	1,1	0,9
Turmalina (Schorlita)	1,3	0,8	0,5	0,2
Epidoto (Pistacita)	0,6	0,2	1,7	0,4
Monazita	5,3	4,0	2,7	0,9
Anatásio	0,2	0,2	0,4	0,2
Apatita	—	—	—	0,4
Grãos contados	501	499	509	519

O anatásio e o epidoto não foram, em nosso caso, de muita utilidade para o estudo genético do solo, pois podem provir dos sedimentos glaciais ou ser autóctones. Segundo Humbert and Marshall (4) o epidoto seria formado a partir da alteração de feldspatos cálcios e de minerais ferromagnesianos.

3.4 — FRAÇÃO ARGILA

Em todos os horizontes examinados foram encontrados os mesmos minerais: gibsitita, hematita e os com estrutura de caulinita-haloisita.

Os difratogramas dos diferentes níveis evidenciaram que houve melhor cristalização destes minerais secundários nas camadas superiores.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A presença de zircão, monazita, turmalina, sillimanita, além de quartzo e opacos arredondados evidenciam a contribuição dos sedimentos glaciais para a formação da série Taquaral.

A porcentagem de minerais dos sedimentos glaciais varia em pequena escala nos três primeiros horizontes, decrescendo acentuadamente no CDr, onde é predominante a influência do diabásio.

O estudo morfológico de anatásio e epidoto não permitiu conclusões a respeito de sua origem: se autóctone ou proveniente de sedimentos glaciais. Assim, a presença destes minerais e sua variação com a profundidade não auxiliou o estudo genético do solo.

A influência do diabásio, rocha sôbre a qual o solo se desenvolveu, ficou assinalada pela presença de minerais opacos esqueletiformes associados à gibsita e quartzo mal arredondado. As concentrações elevadas dêste no solo devem-se à grande resistência ao intemperismo, enquanto que os demais minerais componentes do diabásio (feldspatos, piroxênios e apatita) alteram-se facilmente em nossas condições climáticas. O quartzo, que na rocha original nunca superou 1%, pode atingir no solo concentrações elevadas.

A existência de gibsita pseudomórfica sôbre feldspato sugere transformação direta dêste em gibsita. As condições locais de desenvolvimento do perfil, topografia alta e boa drenagem, facilitariam êsse fenômeno.

Concluindo, pode-se dizer que na formação dos solos da série Taquaral, os minerais provenientes dos sedimentos glaciais, misturando-se aos derivados do diabásio, atingiram as camadas mais profundas do perfil. Êsse fato só pode ser explicado pela boa drenagem, e estrutura do solo, que facilitaram o transporte dos minerais em profundidade.

MINERALOGICAL STUDIES ON SOILS OF THE TAQUARAL SERIES

SUMMARY

The minerals present in soils of the Taquaral Series are originated from diabase and glacial sedimentary rocks. The glacial contribution in materials to these soils reaches great depths. There is little variation in the percentage of these minerals in horizons A, B, and C, but they decrease in the lower layers, CDr horizon, where diabase is the most important contributor.

The mechanism of diabase weathering was studied under conditions of high topography and good drainage mainly through the transformation of feldspars.

LITERATURA CITADA

1. GOLDMAN, M. I. Petrography of bauxite surrounding cores of kaolinized nepheline syenite in Arkansas. *Economic Geology* 50:586-609. 1955.
2. GONI, J. C. & DELANEY, P. J. V. Estudo estatístico dos minerais pesados da formação Botucatu. Universidade do Paraná, Instituto de Geologia, Curitiba, Paraná, 1961. 27p. (Boletim n.º 6).
3. HASEMAN, J. F. & MARSHALL, C. E. The use of heavy minerals in studies of the origin and development of soils. Columbia, Missouri, Agricultural Experimental Station, Research Bulletin n.º 387, 1945. 75 p.
4. HUMBERT, R. F. & MARSHALL, C. E. Mineralogical and chemical studies of soil formation from acid and basic rocks in Missouri. Columbia, Missouri, Agricultural Experimental Station, Research Bulletin n.º 359, 1943. 60 p.
5. KRUMBEIN, W. C. & PETTIJOHN, F. J. Manual of sedimentary petrography. 1.ª ed. New York, Appleton Century Crofts, Inc., 1938. 549 p.
6. KÜPPER, A. & GROHMANN, F. Levantamento pedológico da estação experimental "Teodoreto de Camargo". [A publicar].