

MINERALOGIA DE SOLOS DAS SÉRIES PAREDÃO VERMELHO, RIBEIRÃO CLARO E SALTINHO, DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA, SP *

ARARY MARCONI **

RESUMO

No presente trabalho, estudam-se granulometria, composição mineralógica e arredondamento das séries de solos Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Saltinho, no município de Piracicaba, SP, nas frações areia fina (250 a 105μ) e areia muito fina (105 a 53μ). O material constituinte desses solos é bem selecionado. A composição mineralógica mostra a presença de minerais estáveis, turmalina, magnetita, ilmenita, estauroлита e zirconita, com ocorrência ainda de rutilo, na areia muito fina. O arredondamento é alto, exibindo os perfis, grânulos arredondados, que devem ter participado de mais de um ciclo de sedimentação. É possível concluir, também, que o arenito Botucatu é a rocha de origem desses solos.

INTRODUÇÃO

O estudo de mineralogia de solos tem recebido pouca atenção, no Brasil, particularmente no que se refere às suas frações mais grosseiras. Esse conhecimento, entretanto, é de grande importância, tanto na caracterização e classificação dos solos, como na elucidação de sua gênese, onde assume relevante importância o estudo do resíduo pesado das frações areia.

A importância da mineralogia no estudo de solos, é, entretanto, reconhecida desde o início do século, quando em 1913, Mc Caughey e Fly (JEFFRIES, 1937) concluíram que a composição mineralógica varia com a região de ocorrência do solo. No Brasil, a mineralogia da fração areia de solos ocupou a atenção de poucos pesquisadores, merecendo destaque os trabalhos da COMISSÃO DE SOLOS DO C. N. E. P. A. (1960), em levantamento de solos do Estado de São Paulo, MELFI et al (1966) em solos da região de Campinas (SP), LOBO (1971), MARCONI (1973) e BAHIA (1973) em solos da região de Piracicaba (SP).

* Entregue para publicação em 17/12/1974.

** Departamento de Solos e Geologia da ESALQ.

No presente trabalho, são estudados granulometria, composição mineralógica e arredondamento de solos das séries Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Saltinho, no município de Piracicaba, SP, situadas sobre a formação Botucatu, visando sua caracterização e gênese. Esses solos cobrem cerca de 15% da área do município e são utilizados intensamente com culturas anuais e pastagens.

MATERIAL E MÉTODO

1. MATERIAL

Solos

São estudados os perfis modais das séries Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Saltinho, situadas no município de Piracicaba, SP, nas suas frações areia fina (250 — 105 μ) e areia muito fina (105 — 53 μ). Esses solos foram classificados detalhadamente por RANZANI, FREIRE e KINJO (1966), de modo que aqui são apresentados apenas a localização dos perfis amostrados e um quadro comparativo das características gerais de cada série.

O perfil modal da série Paredão Vermelho localiza-se na estrada Piracicaba-bairro Paredão Vermelho, 1,8 km após o ribeirão da Filipada, na altitude de 585 m; o da série Ribeirão Claro na estrada que liga a estrada Piracicaba-Botucatu à fazenda Casa Branca do Pinga, a 1 km da sede da fazenda, na altitude de 625 m; o da série Saltinho na estrada do bairro do Barreirinho, a 5 km da estrada Piracicaba-Tietê, na altitude de 615 m.

QUADRO 1 — Características gerais das séries estudadas, segundo RANZANI, FREIRE e KINJO (1966)

	Paredão Vermelho	Ribeirão Claro	Saltinho
Grande Grupo	Latosolo	Regosolo	Podzólico
Área do município (%)	7,6	5,7	1,7
Textura	grosseira	grosseira	grosseira
Profundidade	200-300	150-200	150-200
Cor	pardo-avermelhada	parda	amarelo-avermelhada
Drenagem	boa	boa	boa
Relêvo	suavemente ondulado	suavemente ondulado	suavemente ondulado

Peneiras e Instrumental Ótico

Na análise mecânica e separação das frações estudadas, utilizou-se um jogo de peneiras US standard de malhas 1000, 500, 250, 105 e 53 μ . Na identificação dos minerais e na avaliação do arredondamento foi utilizado microscópio E. Leitz, modelo Standard.

2. MÉTODO

Amostragem

Após a delimitação dos horizontes de cada perfil modal, foi obtida, de cada horizonte, uma amostra inicial de 1 kg de solo evitando-se, sempre, as zonas de transição. Desta amostra inicial, depois de convenientemente misturada e seca ao ar, foram separados 100 g, que sofreram os tratamentos necessários e utilizados, a seguir, na análise mineralógica. Para a análise mecânica, nova amostra foi obtida, a partir da amostra inicial de 1 kg.

Preparo das amostras

A matéria orgânica foi eliminada empregando-se H_2O_2 a 30%, conforme técnica descrita por JEFFRIES e JACKSON (1949).

Na remoção dos óxidos de ferro livres, adotou-se o método da fita de magnésio-ácido oxálico, recomendado por JEFFRIES e JACKSON (1949).

Análise mecânica

Foi executada segundo recomendações de KIILMER e ALEXANDER (1949), utilizando NaOH, 1 N, como dispersante.

Separação dos minerais pesados e montagem de lâminas

O resíduo pesado foi separado de 10 g de material, por meio de bromofórmio ($d = 2,85$), conforme técnica já consagrada e descrita por KRUMBEIN e PETTIJOHN (1938) e montado em lâminas de microscopia, com bálsamo do Canadá, com índice de refração 1,54.

Composição mineralógica

A composição mineralógica do resíduo pesado foi determinada microscopicamente, caracterizando-se cerca de 50% dos grânulos existentes na lâmina. Não houve preocupação de contagem de um número fixo de minerais por horizonte, porém, em todas as amostras, esse número foi sempre superior a 500 grânulos.

Os minerais opacos, devido às dificuldades que apresentam para caracterização, foram contados em conjunto.

Arredondamento

Adotou-se a técnica de comparação visual dos grânulos observados

no microscópio, com uma carta de arredondamento construída por KRUMBEIN (1941). A vantagem desse método é a rapidez na determinação do grau de arredondamento dos grânulos. Em cada horizonte, foram observados 50 grânulos da fração leve das areias estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE MECÂNICA

Quadro II: *Análise mecânica das séries Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Saltinho.*

Horizontes	Prof. (cm)	areia					silte	argila
		muito grossa	grossa	média	fina	muito fina		
Série Paredão Vermelho								
Ap	0	0,20	0,73	8,98	63,55	10,28	3,94	13,05
A ₃	20	0,19	0,74	8,61	64,08	9,40	2,97	14,00
B ₁	35	0,07	0,67	8,68	61,72	9,69	3,48	15,70
B ₂	55	0,09	0,60	8,56	60,02	10,47	2,36	17,90
B ₃	100	0,08	0,65	8,65	58,75	10,40	2,13	19,35
C	160	0,24	0,85	8,65	59,62	9,75	6,25	14,65
Série Ribeirão Claro								
A ₁	0	—	2,21	19,08	59,47	9,64	0,09	9,50
C _I	35	0,08	1,66	18,20	56,26	10,33	0,12	13,35
C _{II}	100	—	2,45	19,12	57,03	7,37	0,13	13,90
Série Saltinho								
Ap	0	0,96	0,39	7,43	38,52	31,27	11,78	9,65
A ₁₂	20	0,69	0,39	5,74	36,67	32,80	7,42	16,30
A ₃ /B ₁	40	0,17	0,20	4,88	31,02	27,37	7,20	29,15
B ₂	70	0,53	0,19	4,57	32,37	25,70	4,65	32,00
B ₃	120	0,22	0,19	4,51	30,89	29,86	7,18	27,15
C	180	0,07	0,17	4,53	31,43	30,05	7,49	26,30

Os resultados mostram que as séries Paredão Vermelho e Ribeirão Claro são constituídas de material bem selecionado, cerca de 80% pertencendo a classe textural areia, com predominância acentuada de areia fina (105 a 250 μ). Nos dois perfis, observa-se que os horizontes, não podem ser caracterizados pelo tamanho de seus constituintes, pois mostram a mesma distribuição granulométrica (fig. 1 e 2).

Na série Saltinho, o material apresenta-se menos selecionado que nas séries anteriores. A predominância da fração areia é acentuada, porém o

mesmo não acontece com a areia fina, que concorre em igualdade com a areia muito fina e, nos horizontes inferiores, com a fração argila. Observa-se, também, uma remoção de argila dos horizontes superiores, principalmente do Ap, com acúmulo nos inferiores, destacando-se o B₂₂ como horizonte de acúmulo.

A granulometria desses solos assemelha-se a da formação Botucatu, sobre a qual os solos se encontram. Segundo vários autores (ALMEIDA, 1954; FREITAS, 1955; CARVALHO, 1954), o arenito Botucatu é constituído de material bem selecionado, com tamanho inferior a 500 μ e elevada predominância da fração areia fina.

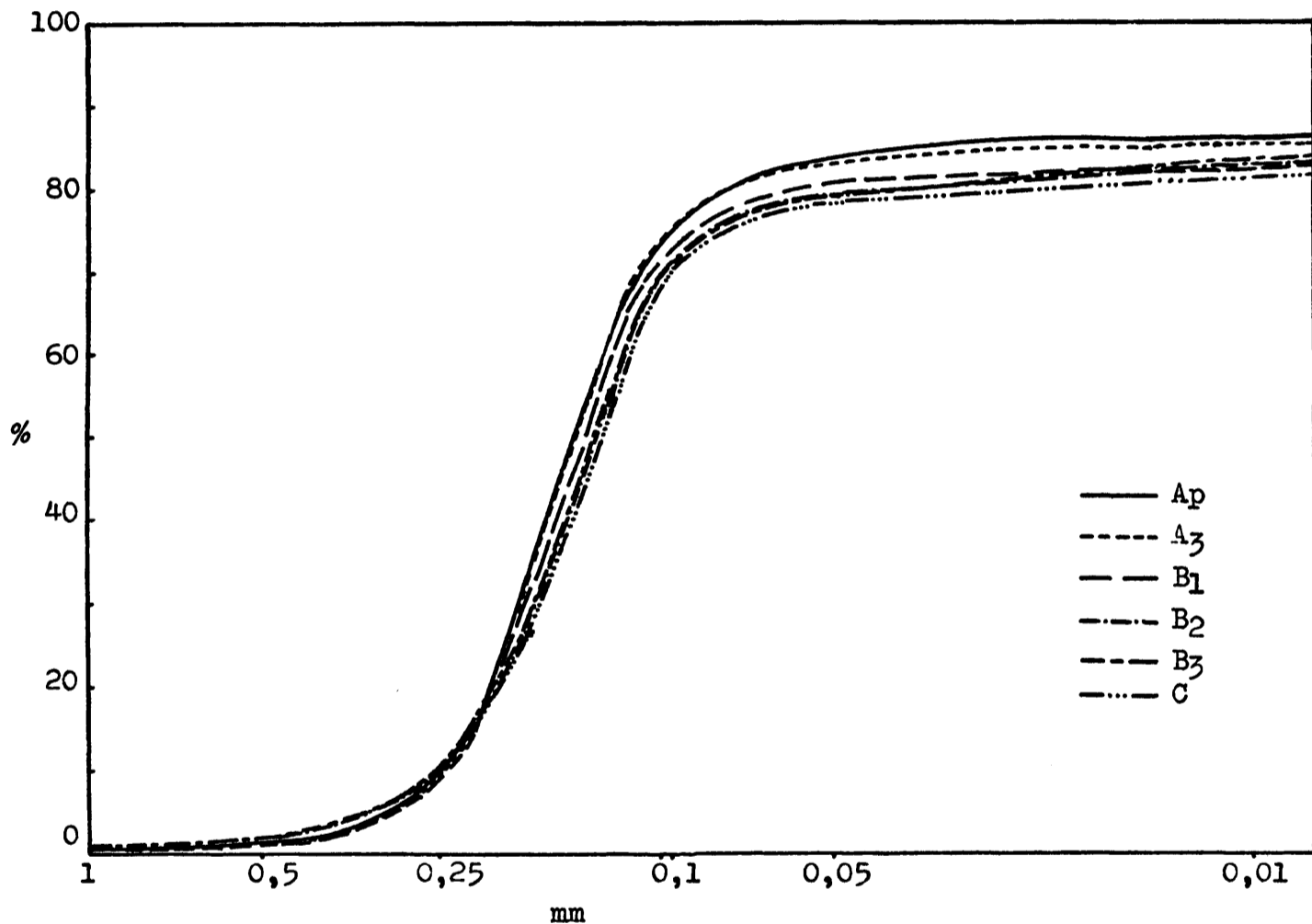
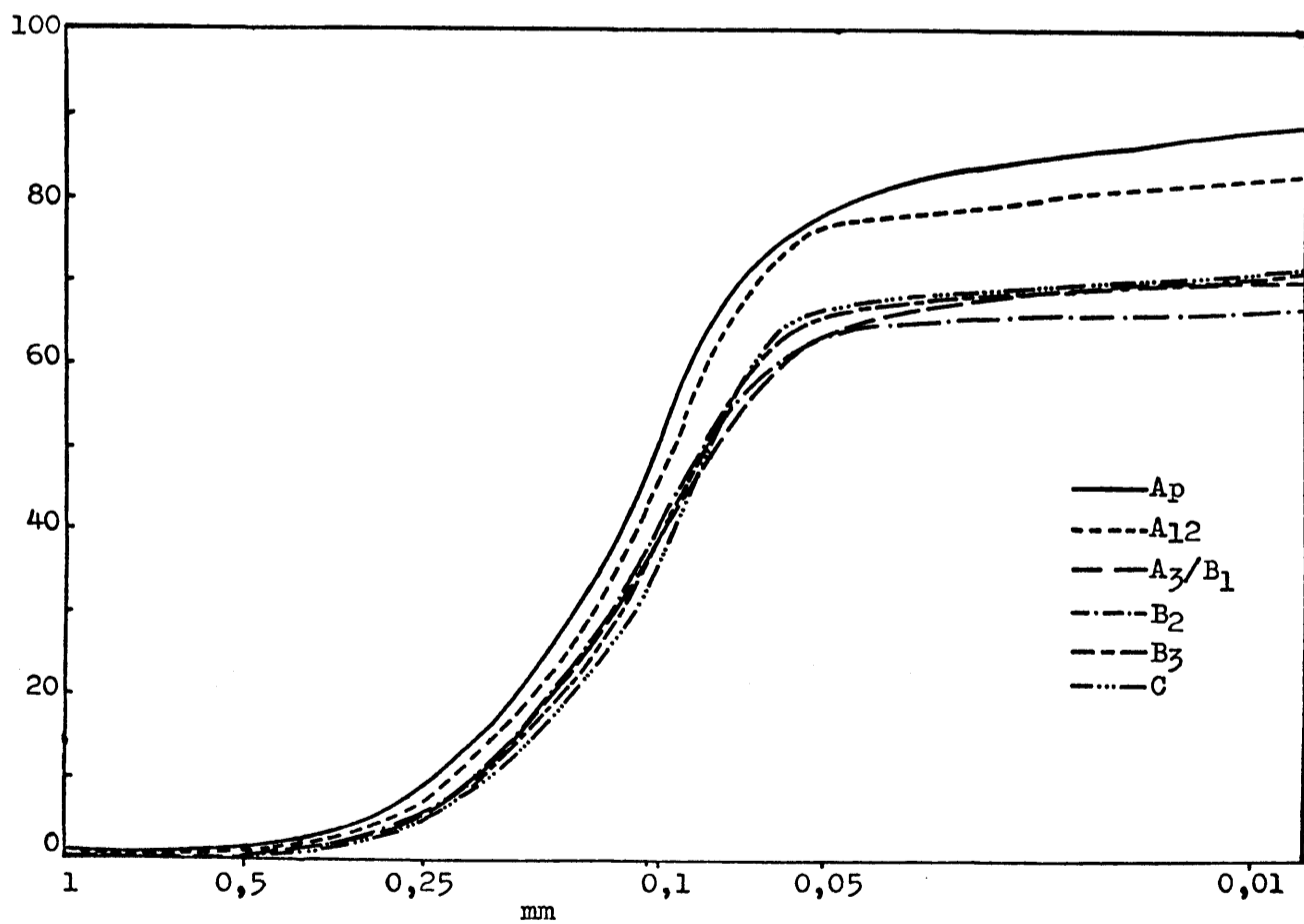
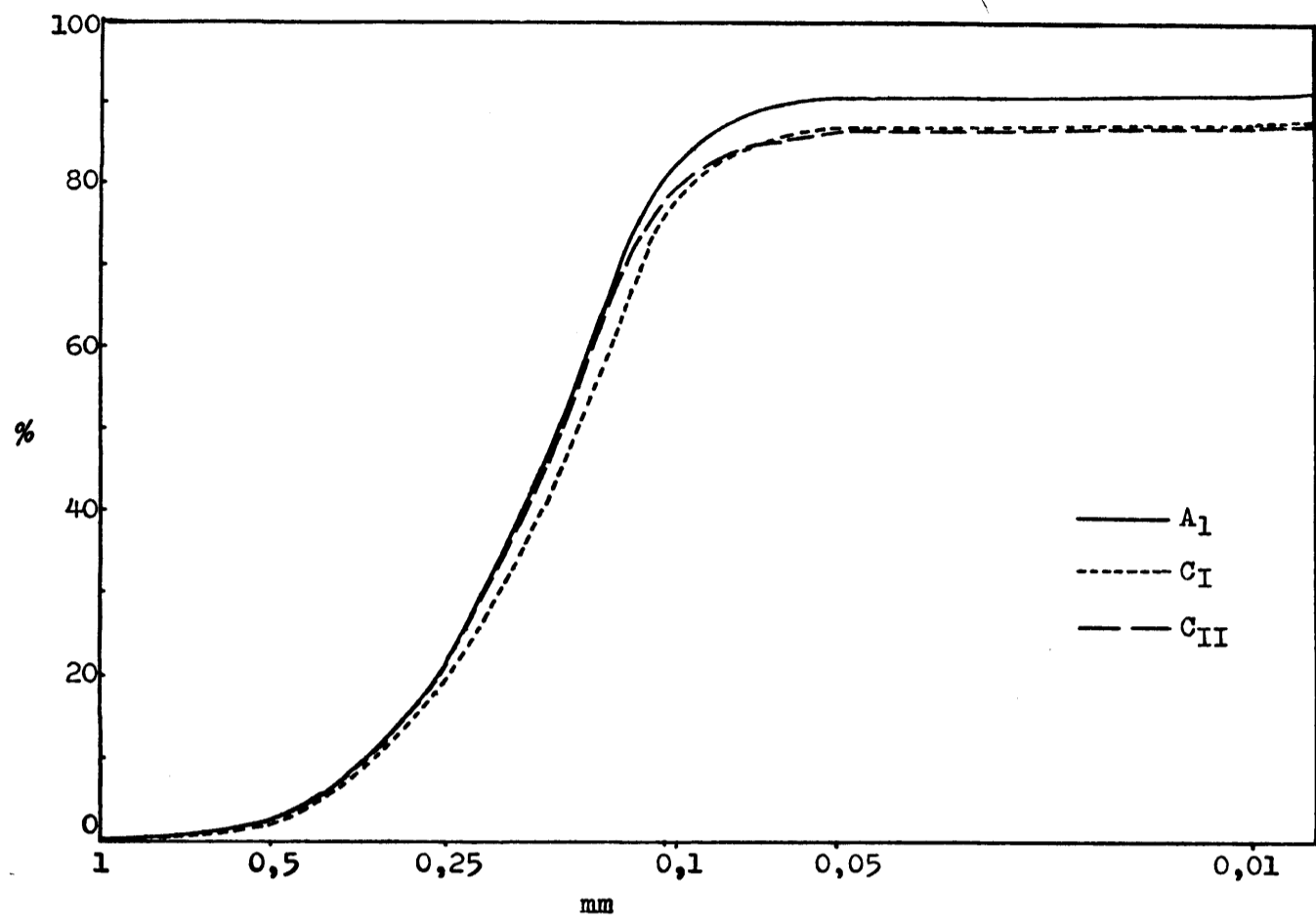


Fig. 1 — Curvas acumulativas dos horizontes da série Paredão Vermelho



Quadro III: *Série Paredão Vermelho: composição mineralógica do resíduo pesado da areia fina.*

mi	Ap		A ₃		B ₁		B ₂		B ₃		C	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
es	131	17,9	158	22,6	176	22,0	141	20,8	153	19,0	110	20,8
mo	363	49,7	327	46,9	366	45,8	308	45,4	363	45,1	231	43,6
tu	195	26,7	184	26,4	215	26,9	196	28,9	240	29,8	169	32,0
zi	33	4,5	22	3,2	35	4,4	34	5,0	39	4,8	18	3,4
ru	1				2				1			
ci	2		2						5			
si	3		1		3				2		1	0,2
gr		1,1	2	1,0	1	0,9			1	1,2		
an			1									
du			1									
ho	1											
mo	1								1			
ti					1							
Total	730		698		799		679		805		529	

Quadro IV: *Série Paredão Vermelho: composição mineralógica do resíduo pesado da areia muito fina.*

mi	Ap		A ₃		B ₁		B ₂		B ₃		C	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
es	38	4,3	39	4,4	45	5,2	28	3,3	42	4,6	45	5,4
mo	644	72,3	632	71,5	606	69,5	600	71,5	629	69,0	551	66,1
tu	40	4,5	47	5,3	41	4,7	44	5,2	50	5,5	61	7,3
zi	140	15,7	135	15,3	142	16,3	128	15,3	143	15,7	135	16,2
ru	26	2,9	29	3,3	32	3,7	34	4,1	36	4,0	38	4,6
ep							1					
ci	1		1		3				2			
si	2	0,3	1	0,2	1	0,7	2	0,6	10	1,3	4	0,5
gr					2		1					
es							1					
Total	891		884		872		839		912		834	

Obs.: es (estauroлита); mo (minerais opacos); tu (turmalina); zi (zirconita); ru (rutilo); ep (epídoto); ci (cianita); si (silimanita); gr (granada); ho (hornblenda); mo (moscovita); ti (titanita); cl (clorita); mn (monazita); tr (tremolita).

Quadro V: Série Ribeirão Claro: composição mineralógica do resíduo pesado da areia fina.

minerais	A ₁		C _I		C _{II}	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%
estauroлита	135	25,4	142	23,2	136	25,8
min. opacos	271	50,9	294	48,0	243	46,0
turmalina	102	19,2	148	24,1	130	24,6
zirconita	31	4,0	27	4,4	18	3,4
rutilo	1				1	
cianita			1			
silimanita	2	0,6	2	0,3		0,2
andaluzita			1			
Total	532		613		528	

Quadro VI: Série Ribeirão Claro: composição mineralógica do resíduo pesado da areia muito fina.

minerais	A ₁		C _I		C _{II}	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%
estauroлита	52	5,7	33	4,2	29	3,5
min. opacos	584	64,3	582	74,2	639	76,1
turmalina	107	11,8	62	7,9	50	6,0
zirconita	137	15,1	79	10,1	101	12,0
rutilo	24	2,6	26	3,3	18	2,1
epidoto	2		1		1	
cianita	1					
silimanita		0,4		0,3	1	0,4
granada					1	
titanita	1		1			
Total	908		784		840	

Quadro VII: Série Saltinho: composição mineralógica do resíduo pesado da areia fina.

mi	Ap		A ₁₂		A ₃ /B ₁		B ₂		B ₃		C	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
es	133	14,7	129	14,7	136	17,0	135	15,4	132	17,9	149	17,9
mo	468	51,8	343	39,1	304	37,9	356	40,5	273	37,1	330	39,6
tu	245	27,1	330	37,6	297	37,0	314	35,7	269	36,6	291	34,9
zi	50	5,5	68	7,8	56	7,0	70	8,0	57	7,7	60	7,2
ru	1		4				1		1			
ep	2		1		2				1		1	
ci	1		0		3		1		1		1	
si							1					
gr					3				1		1	
ho		0,8		0,8		1,1		0,4		0,7		0,5
mo							1					
ti					1							
cl	2											
mn			1									
tr			1								1	
Total	903		877		802		879		736		834	

Quadro VIII: Série Saltinho: composição mineralógica do resíduo pesado da areia muito fina.

mi	Ap		A ₁₂		A ₃ /B ₁		B ₂		B ₃		C	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
es	10	1,1	18	2,1	14	1,5	13	1,6	16	2,0	17	2,0
mo	467	52,7	413	49,1	429	46,0	412	49,5	397	48,5	444	51,2
tu	85	9,6	115	13,7	98	10,5	86	10,3	94	11,5	102	11,8
zi	270	30,4	233	27,7	306	32,8	267	32,1	239	29,2	245	28,2
ru	52	5,9	63	7,5	84	9,0	54	6,5	73	8,9	59	6,8
ep	2				2	0,2						
ci		0,3									1	0,1
gr	1											
Total	887		842		933		832		819		868	

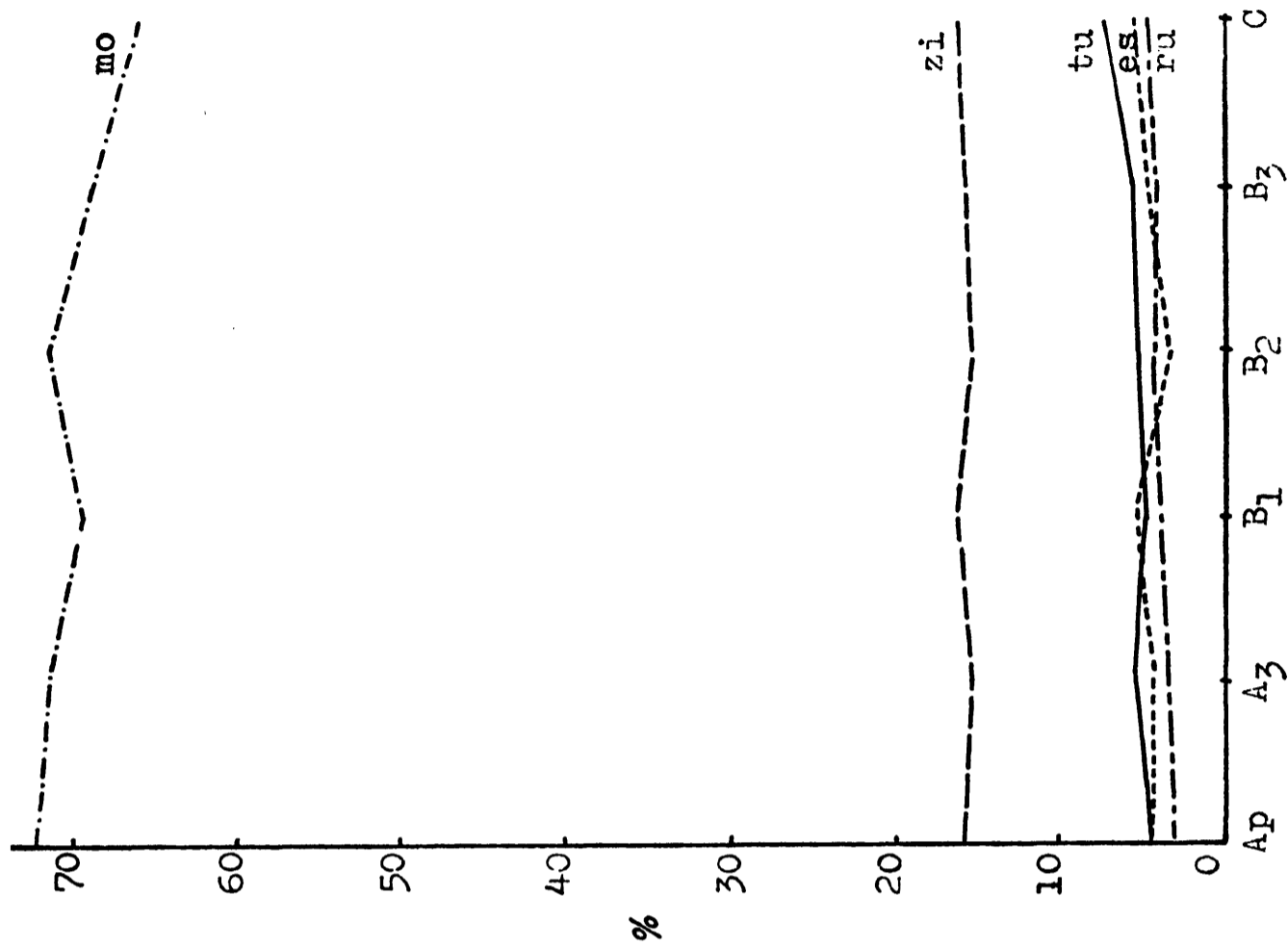


Fig. 5 - Série Paredão Vermelho: distribuição (%) dos minerais pesados da areia muito fina.

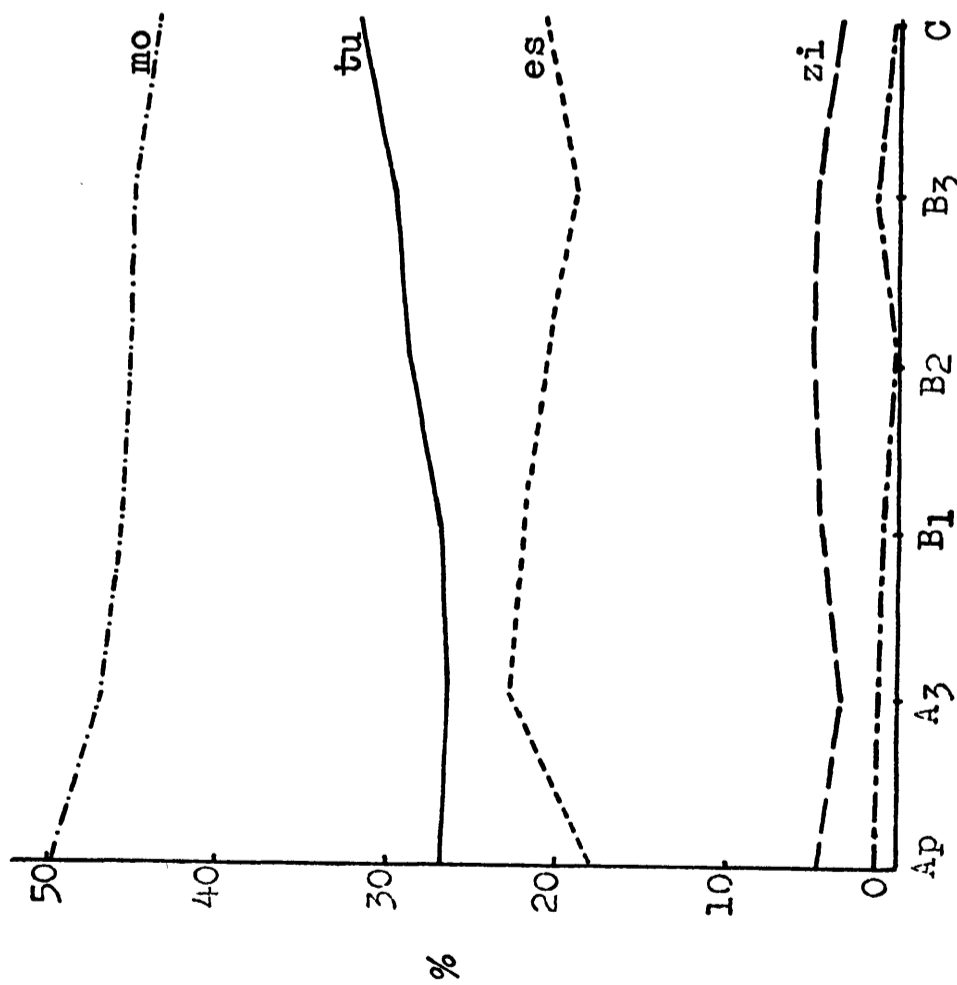


Fig. 4 - Série Paredão Vermelho: distribuição (%) dos minerais pesados da areia fina.

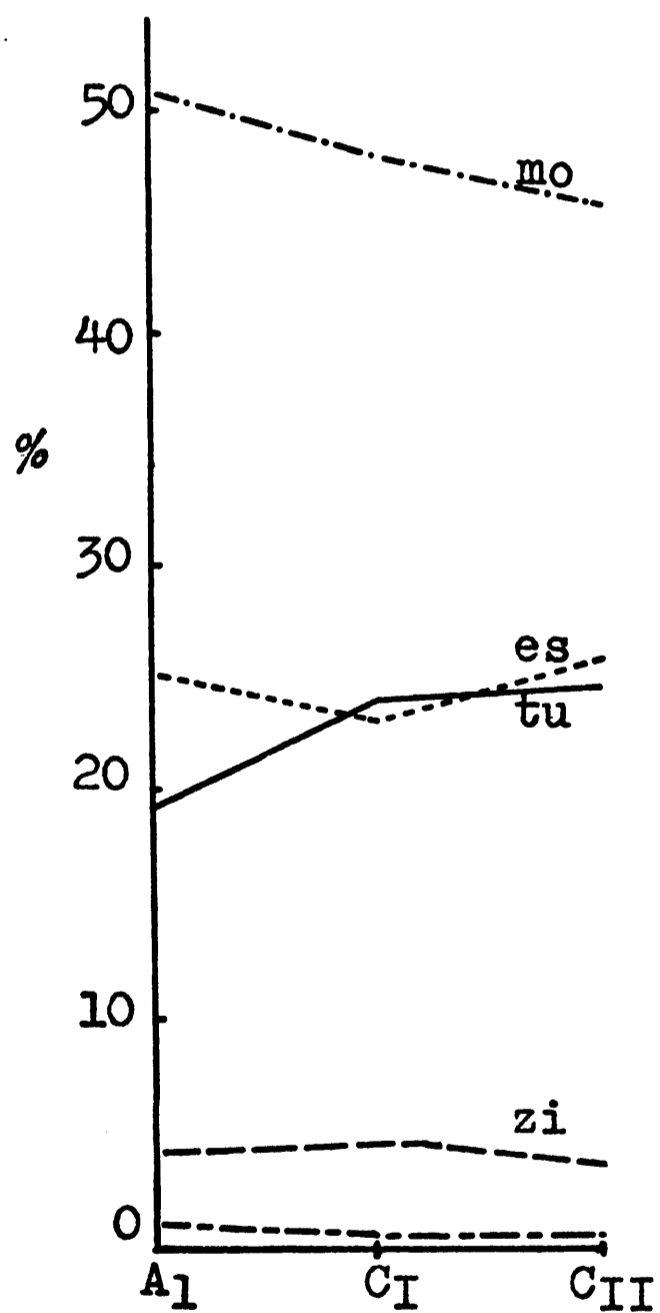


Fig. 6 — Série Ribeirão Claro: distribuição (%) dos minerais pesados da areia fina.

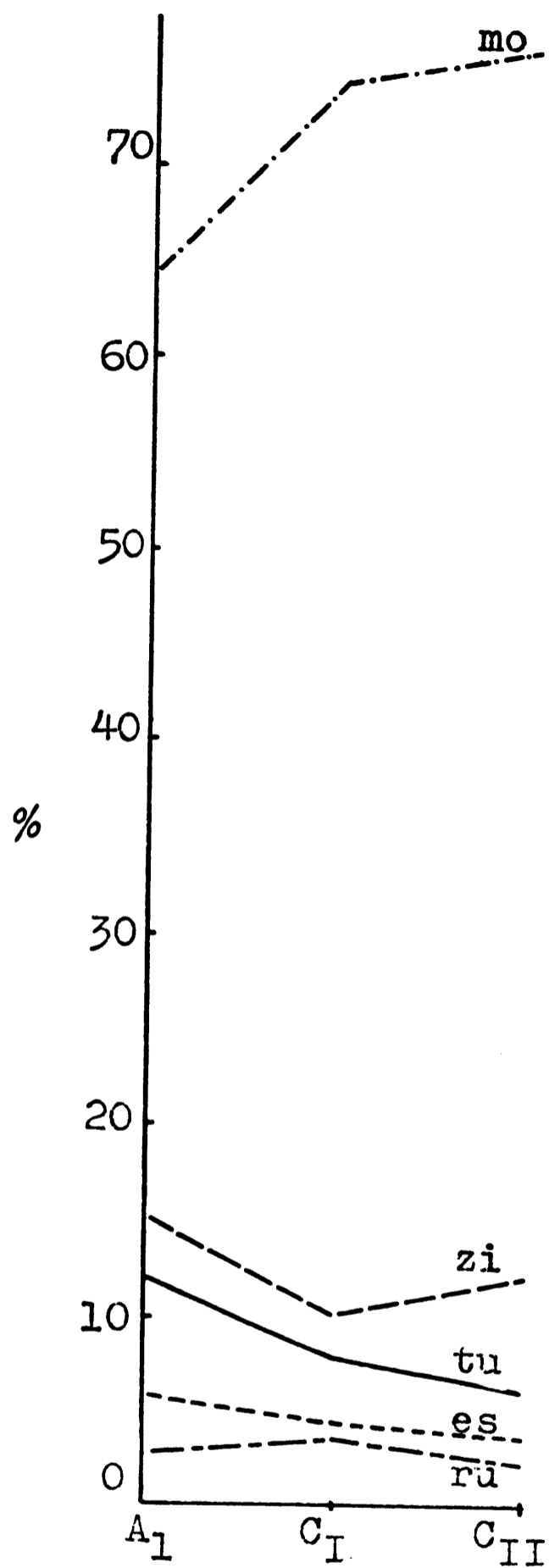


Fig. 7 — Série Ribeirão Claro: distribuição (%) dos minerais pesados da areia muito fina.

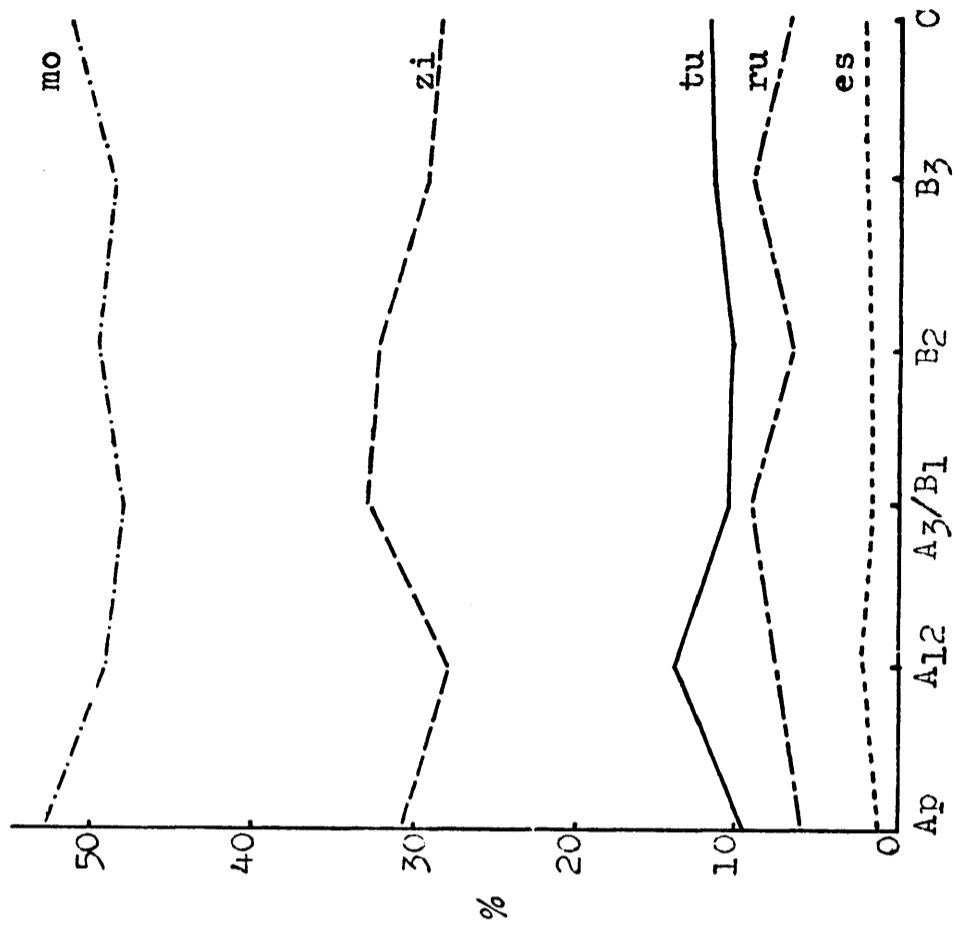


Fig. 9 — Série Saltilho: distribuição (%) dos minerais pesados da areia muito fina.

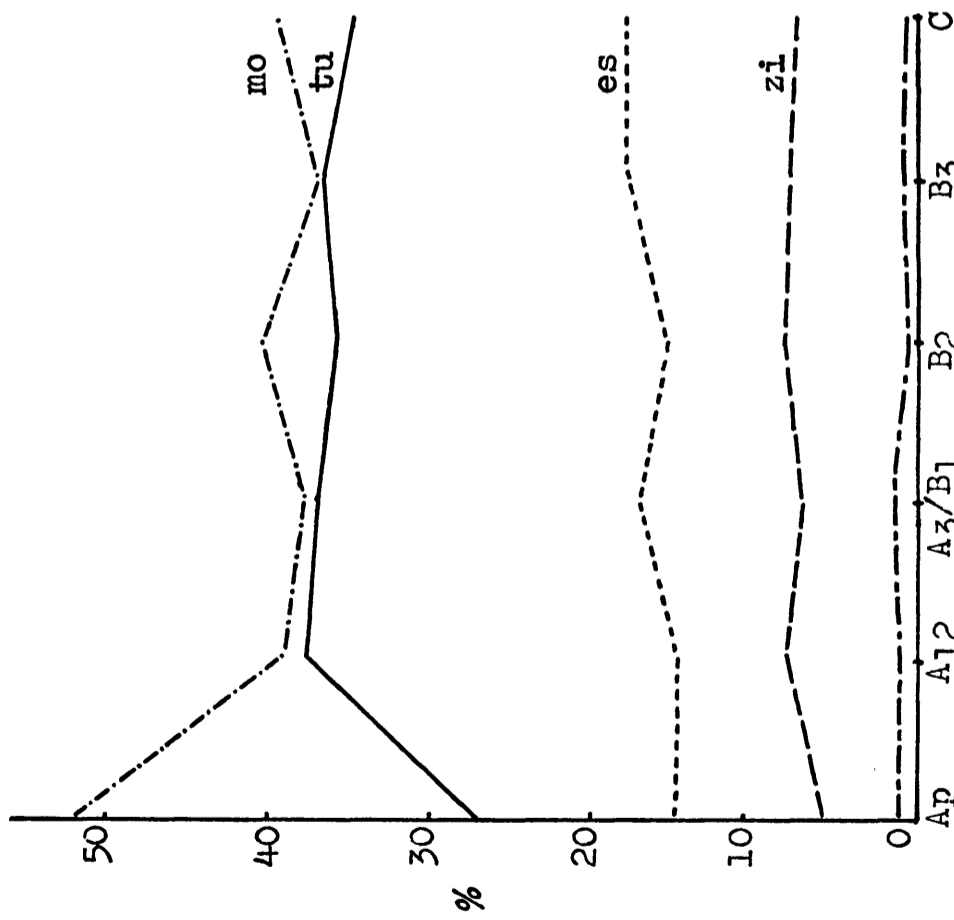


Fig. 8 — Série Saltilho: distribuição (%) dos minerais pesados da areia fina.

A fração leve, que compõe mais de 99,5% das areias estudadas, é constituída de quartzo, observando-se ocorrência ocasional de ortoclase e microclina. Não foi constatada a presença de nenhum outro mineral nessa fração.

O estudo do resíduo pesado mostrou a presença constante de minerais opacos (magnetita e ilmenita), turmalina, estaurolita e zirconita, tanto na areia fina como na muito fina. Existe, entretanto, acentuada diferença na composição mineralógica das duas frações de areia, no que concerne a concentração daqueles minerais, como é possível observar nas figs. 4 a 9.

Para as duas frações de areia, é constante o maior teor de minerais opacos. Porém, enquanto na areia fina atingem no máximo 50%, dos minerais presentes, na areia muito fina essa concentração chega a mais de 70%, como se verifica para as séries Paredão Vermelho e Ribeirão Claro. Também o teor de zirconita sofre acréscimo acentuado na areia muito fina. Enquanto sua concentração chega, no máximo, a 8% (série Saltinho) na areia fina, na areia muito fina oscila em torno de 15% nas séries Paredão Vermelho e Ribeirão Claro, subindo a 30% na série Saltinho. O aumento do teor de minerais opacos e zirconita na fração mais fina da areia, se faz em detrimento da concentração de turmalina e estaurolita, especialmente esta última, cujo teor na areia muito fina não atinge valores superiores a 6%, decrescendo ao nível de 1 a 2% na série Saltinho. Também, nessa fração granulométrica, é significativa a presença de rutilo.

A maior quantidade de minerais opacos, zirconita e rutilo na areia muito fina, pode ser explicada pelo fato de esses minerais serem de tamanho pequeno nas rochas de origem (magmáticas e metamórficas), ao contrário de turmalina e estaurolita, minerais originalmente grandes.

A fração pesada desses solos é constituída basicamente de poucos minerais, já que os demais minerais presentes, reunidos, mostram em todos os horizontes teores muito baixos. A composição mineralógica simples e alta estabilidade química dos minerais indicam solos de grande maturidade.

As séries Paredão Vermelho e Ribeirão Claro apresentam bastante semelhança na composição mineralógica, o que indica serem os minerais derivados do mesmo material de origem. A série Saltinho, apesar de constituída pelos mesmos minerais, apresenta diferentes concentrações, diferenças essas que se acentuam na areia muito fina. Entretanto, a composição mineralógica desses solos assemelha-se à encontrada por vários autores, como CARVALHO, 1954, BJÖRNBERG, 1959, para o arenito Botucatu.

ARREDONDAMENTO

QUADRO 9 — Arredondamento médio das séries Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Saltinho

Horizontes	areia fina	areia muito fina
Série Paredão Vermelho		
Ap	0,55	0,46
A ₃	0,55	0,46
B ₁	0,49	0,44
B ₂	0,57	0,46
B ₃	0,57	0,46
C	0,52	0,47
Série Ribeirão Claro		
A ₁	0,54	0,47
CI	0,52	0,45
CII	0,50	0,44
Série Saltinho		
Ap	0,51	0,49
A ₁₂	0,49	0,46
A ₃ /B ₁	0,49	0,48
B ₂	0,51	0,50
B ₃	0,50	0,49
C	0,52	0,49

Os valores de arredondamento encontrados são altos, permitindo, segundo PETTJOHN (1967), situar os grânulos dessas séries na categoria de grânulos arredondados. Como era de se esperar, a areia fina apresenta arredondamento mais elevado que a areia muito fina, entretanto, essa diferença não é acentuada, embora ocorra em todos os horizontes.

Entre os horizontes de cada série não existem diferenças significativas de arredondamento, o que impede a sua caracterização através desse parâmetro. Observa-se, porém, que ambos os tamanhos de areia apresentam as mesmas variações de arredondamento.

No arenito Botucatu, ALMEIDA (1954) menciona valores de arredondamento entre 0,25 e 0,40 para grânulos com diâmetro inferior a 250 μ , enquanto CARVALHO (1954) menciona, para a mesma formação, valores entre 0,52 e 0,77. O arredondamento dos grânulos das três séries estudadas con-

corda com os do arenito Botucatu. Valores altos de arredondamento indicam terem os grânulos participado de mais de um ciclo de sedimentação, sofrendo removimentação de sedimentos mais antigos.

CONCLUSÕES

As séries Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Saltinho são constituídas de solos arenosos, com predominância das frações mais finas de areia. As duas primeiras séries mostram material altamente selecionado.

A composição mineralógica do resíduo pesado desses solos é simples, mostrando minerais essencialmente estáveis. Constituem o resíduo pesado, minerais opacos (magnetita e ilmenita), turmalina, estauroлита, zirconita e, também, rutilo, presente na areia muito fina.

Os valores de arredondamento observados indicam terem os minerais passado por mais de um ciclo de sedimentação. Este fato, aliado à alta estabilidade dos minerais presentes e à boa seleção granulométrica que as séries exibem, indica elevada maturidade mineralógica desses solos.

As séries Paredão Vermelho e Ribeirão Claro apresentam semelhança de granulometria, composição mineralógica e arredondamento, fato que impossibilita, com segurança, distinção entre elas. A série Saltinho difere das anteriores quanto a granulometria, com material menos selecionado e quanto aos teores de minerais nos horizontes. Esses fatos permitem distinguir a série Saltinho das demais.

Os resultados obtidos no presente trabalho, coincidem com aqueles encontrados por vários autores, no arenito Botucatu, parecendo lícito, portanto, filiar os solos estudados a essa formação geológica.

SUMMARY

SOIL MINERALOGY OF PAREDÃO VERMELHO, RIBEIRÃO CLARO AND SALTINHO SERIES, PIRACICABA, SP.

In this work, the particle size, the mineralogic composition and the roundness of the Paredão Vermelho, Ribeirão Claro and Saltinho soil series, from the Piracicaba, São Paulo, Brazil, were studied in their fine sand (250 — 105 μ) and very fine sand (105 — 53 μ) fractions. The material that forms these soils is very well selected. The mineralogic composition shows the presence of stable minerals as tourmaline, magnetite, ilmenite, staurolite and zircon. In the very fine sand fraction occurs rutile. The roundness is high in the studied material, what must be indicating that it was present in more of one sedimentation cycle. By the other hand, it is possible to conclude that these soils are formed from Botucatu Sandstone.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, F. F. M., 1954 — Botucatu, Um Deserto Triássico da América do Sul. Notas Preliminares e Estudos, DNPM, 86. 16 pp.

- BAHIA, V. G., 1973 — Contribuição ao Estudo da Mineralogia de um Latossol Vermelho Amarelo — Fase Arenosa do Município de Iracemápolis, SP. Dissertação apresentada a ESALQ, USP, para título de Mestre — Mimeografado. 75 pp.
- BJÖRNBERG, A. J. S., 1959 — Rochas Clásticas do Planalto de Poços de Caldas. FFCL, USP, Bol. 237, Geol. 18 : 65-123.
- CARVALHO, A. M. V., 1954 — Contribuição ao Estudo Petrográfico do Arenito Botucatu no Estado de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol. 3(1) : 51-72.
- COMISSÃO DE SOLOS DO C. N. E. P. A., 1960 — Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Bol. Serv. Nac. Pesq. Agr. 12. 634 pp.
- FREITAS, R. O., 1955 — Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru. Fac. Fil. Ciênc. Let., USP, Bol. 194, Geol. 14. 185 pp.
- JEFFRIES, C. D., 1937 — The Mineralogical Composition of the Very Fine Sands of Some Pennsylvania Soils. Soil Sci. 43 : 357-366.
- JEFFRIES, C. D. and JACKSON, M. L., 1949 — Mineralogical Analysis of Soils. Soil Sci. 68 : 57-73.
- KILMER, V. J. and ALEXANDER, L. T., 1949 — Method of Making Mechanical Analysis of Soils. Soil Sci. 68 : 15-26.
- KRUMBEIN, W. C. and PETTIJOHN, F. J., 1938 — Manual of Sedimentary Petrography. Appletton-Century — Crofts, Inc. New York, USA. 549 pp.
- KRUMBEIN, W. C., 1941 — The Effects of Abrasion on the Size, Shape and Roundness of Rock Fragments. J. Geol. 49(5) : 449-482.
- LOBO, A. E. M., 1971 — Descontinuidade Litológica de Alguns Solos da Região de Piracicaba. Tese de Mestrado, ESALQ, USP. 65 pp.
- MARCONI, A., 1973 — Mineralogia de Solos das Séries Anhumas, Cruz Alta e Ibitiruna. Anais da ESALQ, Vol. 30. 185-202.
- MELFI, A. J., GIRARDI, V. A. V. e MONIZ, A. C., 1966 — Mineralogia dos Solos da Estação Experimental «Theodoreto de Camargo», em Campinas. Bragantia 25 : 9-30.
- PETTIJOHN, F. J., 1957 — Sedimentary Rocks. Harper and Brothers. New York, USA, 718 pp.
- RANZANI, G., FREIRE, O. e KINJO, T., 1966 — Carta de Solos do Município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos, ESALQ, USP. (mimeografado). 85 pp.