

CARACTERÍSTICAS DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA  
DE SOLOS DA REGIÃO DE IRACEMÁPOLIS,  
ESTADO DE SÃO PAULO\*

J.J. de Souza\*\*  
J.L.I. Demattê\*\*\*

RESUMO

Características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas foram estudadas em seis perfis de solos localizados em uma topossequência de 20 km de extensão, ao norte do Rio Piracicaba, na região de Iracemópolis. Na superfície V, mais antiga e elevada (parte superior do Morro Azul) ocorre um Latossolo Vermelho Amarelo de textura média (LV-m) (Quartzipsammentic Haplortox, caulinítico); na encosta do Morro Azul, inferior à superfície V e que constitui a superfície de erosão IV encontra-se uma Terra Roxa Estruturada - (TE) (Oxic Paleustulf, caulinítico); na transição encosta-pedimento um Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico

---

\* Entregue para publicação em 07/11/86.

\*\* Prof. do Deptº de Solos da E.S.A. Lavras.

\*\*\* Prof. do Deptº de Solos, Geologia e Fertilizantes da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

(PVL) (Typic Paleustulf, oxídico); na superfície III (pedimento), a mais extensa região estudada ocorre um latossolo Vermelho Escuro - (LE) (Oxic Paleustulf, caulinítico) e um Latossolo Roxo - (LR) (Oxic Paleustulf, oxídico) e finalmente na superfície erosional II, a mais jovem da topossequência, próxima ao Rio Piracicaba ocorre um Podzólico Vermelho Amarelo - PV (Typic Paleustulf).

Os solos mais intemperizados ocorrem nas superfícies mais velhas e estáveis enquanto que os solos menos intemperizados ocorrem nas superfícies mais jovens e instáveis. O LE e o LR estão, nesta região, sempre associado, ocorrendo numa mesma superfície.

As diferenças entre o TE e o LR, solos desenvolvidos de um mesmo material originário, se deve principalmente a posição que eles ocupam no relevo; pois a TE normalmente ocorre em superfície instáveis enquanto que o LR ocorre em superfícies mais estáveis.

Apesar do substrato rochoso entre as superfícies ser variável, a caulinita foi o mineral dominante nestes solos. Constitue excessão apenas o PV, localizado na superfície mais recentes, onde há predominância de argilo-mineral 2:1, minerais estes herdados do material originário. A gibbsita encontrada na maioria dos solos parece ter origem pedogenética.

## INTRODUÇÃO

Durante a realização do levantamento semi-detalha do dos solos da região de Iracemópolis (RANZANI, *et alii*, (1968) diversas topossequências foram observadas e utilizadas como método de apoio para a separação das unidades de mapeamento. Dentre tais topossequências há uma de grande representatividade e extensão de aproximadamente 20 km indo do alto do Morro Azul até o Rio Piracicaba, formada por uma sucessão de pedimentos e terraços. Os solos que aí ocorrem possuem características contrastantes, desde os B texturais pouco desenvolvidos, até os B latossólicos, mais intemperizados.

Entretanto, os dados a respeito das características de tais solos existentes no relatório do levantamento são poucos e praticamente insuficientes para exames mais detalhados assim como para servirem de comparações com solos localizados em outras topossequências das regiões vizinhas.

Nesta região pouco se tem feito a respeito de estudos desta natureza. Salienta-se os trabalhos realizados por DEMATTE e HOLLOWAYCHUK (1977) na região de São Pedro, onde estudaram principalmente os solos desenvolvidos do arenito de Botucatu e da Formação Rio Claro, e os de RANZANI *et alii* (1966) por ocasião do levantamento de solos do município de Piracicaba. Estes autores entretanto, não tiveram como objetivo o estudo de topossequências.

Devido principalmente a extensão e representatividade da topossequência da região de Iracemópolis é que se propõe, neste trabalho, estudá-la com maior detalhe, objetivando, principalmente:

- Examinar as propriedades dos solos em função do material originário.
- Correlacionar as propriedades dos solos em relação a posição que ocupam no relevo.

- Fornecer informações que deverão contribuir nas operações de levantamento e manejo de solos em regiões semelhantes.

### O meio físico

A área selecionada localiza-se na região de Iraceópolis, formando uma topossequência no sentido SSW-NNE desde o rio Piracicaba, na Depressão Periférica, até o Córrego Ibicaba no alto do Morro Azul, conforme ilustrado na Figura 1. Tendo o rio Piracicaba como base, a topossequência segue o espigão do Córrego das Palmeiras e do Ribeirão dos Coqueiros. O substrato rochoso foi elaborado de acordo com o trabalho de LANDIN (1970) e o nível topográfico da Superfície de Rio Claro foi correlacionado com o trabalho de PENTEADO (1969).

A área foi dividida em cinco superfícies fisiográficas, utilizando-se, principalmente como critério de separação, o substrato rochoso, a relação espacial entre os riachos e os interflúvios e os sedimentos superficiais (RUHE, 1975). Nos primeiros 2 km a partir do rio Piracicaba, em direção norte, ocorre uma área de várzea (Superfície I) com solo aluvial recente, relativamente profundo, formado por camadas de natureza heterogênea e textura contrastante. Este solo não foi amostrado para o estudo. A seguir observa-se um baixo terraço pedimentado, constituindo uma superfície de erosão (Superfície II) correspondente ao nível topográfico TP, de PENTEADO (1969), cujo substrato rochoso é apresentado por siltitos do Grupo Tubarão, Formação Itapetininga. Neste terraço ocorre um solo de textura argilosa (perfil I) com B textural e uma linha de pedras próxima aos 178 cm, contando do horizonte B com o horizonte C.

Acima deste terraço e se estendendo até a encosta, ocorre a superfície III, correspondendo ao nível topográfico Pd<sub>1</sub> (PENTEADO, 1969), caracterizado por um extenso

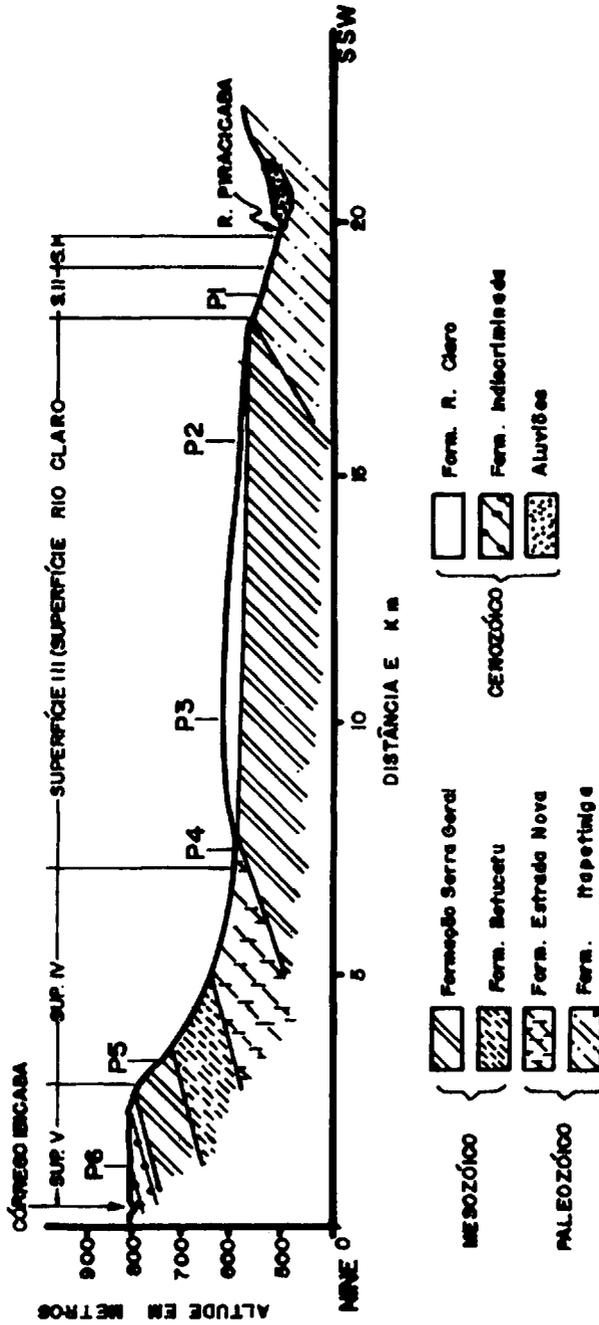


Figura 1 - Toposequência dos solos estudados mostrando o substrato rochoso, as diferentes superfícies e a posição dos perfis de solos estudados.

pedimento, pouco dissecado e com longos interflúvios com elevações entre 560 a 630 m. O material superficial é de caráter essencialmente argiloso, profundo e que corresponde as rochas intrusivas básicas, aos siltitos e arenitos da Formação Estrada Nova e aos argilitos da Formação Rio Claro. Os solos que ocorrem nesta superfície são latossolos (perfis 2 e 3) e podzólicos (perfil 4), este, próximo ao contato ao "talus" com o pedimento. Todos os materiais originários apresentam evidências de heterogeneidade caracterizada por linhas de pedras.

A superfície IV, que corresponde à encosta do Morro Azul, corta uma série de substratos rochosos, entre elas as rochas básicas e os materiais da Formação Estrada Nova e Botucatu. Os solos aí formados são os mais diversos, representados principalmente pelos Cambissolos e Terra Roxa Estruturada (perfil 5), o único solo estudado nesta superfície. Finalmente na superfície V, a mais antiga da região, relativamente plana e com interflúvios curtos, a uma altitude aproximada de 800 m, são encontrados solos profundos, de caráter arenoso, e com aspecto latossólico. (perfil 6).

## MATERIAL E MÉTODO

Após as descrições morfológicas feitas em trincheiras de até 2 m de profundidade (além desta profundidade as amostras foram coletadas com trado), os principais solos foram amostrados e analisados. A análise granulométrica foi feita pelo método da pipeta (STEELE e BRADFIELD, 1934), utilizando hexametáfosfato de sódio como agente dispersante. A areia, após a separação das demais frações por tamizagem em via úmida, foi separada em subfrações por tamizagem em via seca (areia muito grossa, 1 - 2 mm, areia grossa, 0,5 - 1 mm, areia média, 0,25 - 5 mm, areia fina, 0,1 - 2,5 mm e areia muito fi-

na 0,05 - 0,10 mm). A argila natural foi determinada também pelo método da pipeta sem utilização, entretanto, de dispersante.

As determinações de pH foram feitas em H<sub>2</sub>O e KCl 1N; o carbono orgânico de acordo com WINTERS e SMITH (1929); cátions trocáveis pelo acetato de amônio pH 7,0 e o alumínio pela extração com KCl 1N (E.U.A., 1972).

Após a eliminação da matéria orgânica (com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e óxido de ferro livre (ditionito - citrato Na-bicarbonato) a amostra de solo foi dispersada e a fração argila separada por sifinação. Amostras de argila foram saturadas com Mg<sup>++</sup> e K<sup>+</sup>, e após orientadas em lâminas de vidro foram submetidas aos seguintes tratamentos: seca a 25°C, aquecida a 350°C e 550°C e glicolada (JACKSON, 1965) depois do que foram irradiadas com raio-X, no intervalo de 2 a 30°. As determinações mineralógicas quantitativas foram as seguintes: caulinita e gibsitita por análise térmica diferencial (DIXON, 1966); montmorilonita e vermiculita pela CTC (ALEXIADES e JACKSON, 1965); mica, pelo ataque fluorídrico e dosagem do K e material amorfo por dissolução seletiva (ALEXIADES e JACKSON, 1966). Algumas amostras selecionadas e orientadas de horizontes B foram coletadas para exame micromorfológico. Elas foram impregnadas com castolite misturado com estireno, utilizando o peróxido de metil - etil - cetona como catalizador. O corte e preparo das lâminas foi feito de acordo com as recomendações de MILLER (1965).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com SOARES e LANDIN, (1976) a Depressão Periférica formou-se através dos trabalhos de rebaixamento executado principalmente pelos rios Paranapanema, Tietê, Pardo, Piracicaba e afluentes, formando a Super-

fície dos Médios Interflúvios. Durante este trabalho os rios encontraram barreiras de difícil erosão, principalmente na faixa de ocorrência do pacote de basalto. Nessas áreas, alguns altos topográficos esculpidos em diabásio foram preservados, mantendo-se ainda na superfície, relíquias em dissecação, como é o caso do Morro Azul, formando a superfície V (Figura 1), com cotas variando entre 800 - 900 m.

De acordo com BJORNBERG e LANDIN (1966) após o Oligoceno houve novas oscilações climáticas com fases seca e úmida, o rio Piracicaba e afluentes formaram o Vale do Piracicaba e, houve o capeamento do topo dos interflúvios em uma altitude variável entre 600 e 800 m com um material sedimentar de espessura máxima de 30 m designado como Formação Rio Claro e datado do Pleistoceno Inferior, por PENTEADO (1977). Durante esta fase deve ter havido a formação das superfícies III e IV, que cortam diversos substratos rochosos.

Após a formação de tais superfícies deve ter havido novas oscilações climáticas e incisão dos talwegues formando a superfície II que corta o material do Grupo Tubarão, podendo ser colocado possivelmente no Pleistoceno Superior de acordo com o esquema proposto por PENTEADO (1977). Finalmente, numa fase mais recente há a deposição de um material mais recente formando a superfície I.

Aplicando-se o critério de idade das superfícies (DANIELS *et alii*, 1971) na topossequência estudada, pode-se observar que a superfície IV é mais jovem que a superfície deposicional V, porque aquela corta esta; a superfície II é mais jovem que a III pelo mesmo motivo que o anterior; as superfícies I e II, deposicional e erosional respectivamente, tem a mesma idade e sendo adjacentes constitui uma única superfície; a superfície IV possui riachos intermitentes que por sua vez se ligam a riachos perenes e estes ao Piracicaba, conseqüentemente a

superfície IV é da mesma idade que a superfície II.

O material depositado no alto do Morro Azul, onde situa-se a superfície V, é provavelmente mais velho do que o da Formação Rio Claro, podendo ser colocado, através de cronologia relativa, no Oligoceno de acordo com o esquema proposto por PENTEADO, (1977). O solo ali desenvolvido é profundo, de drenagem livre, de textura média cujo teor de argila está em torno de 20% no horizonte B (Quadro 1), muito lixiviado e com elevada saturação de alumínio (Quadro 2), com uma estrutura essencialmente maciça, muito porosa com características latossólicas. Não há evidência de iluviação de argila. A composição mineralógica da fração argila está representada principalmente pela caulinita com teores superiores a 60% (Quadro 3) e reconhecida pelo espaçamento a  $7,2\text{\AA}$  na amostra a  $25^{\circ}\text{C}$  eliminado com aquecimento a  $550^{\circ}\text{C}$  ou pelo pico endotérmico na região dos  $550^{\circ}\text{C}$  (Figura 2E, F respectivamente). Devido as características relativamente estáveis desta superfície, o processo de lixiviação deve ter atuado com grande intensidade e o solo resultante é muito intemperizado e com características latossólicas. Apesar do teor de gibbsita deste solo (Quadro 3) ser inferior ao do PVL (perfil 4), solo este mais jovem que o anterior, é provável que devido as suas características arenosas, a dissolução de sílica é grande, impedindo com isso a formação de gibbsita em elevada quantidade de acordo com informações obtidas no trabalho de KITTRICK, (1977). As características deste solo são suficientes para definir um horizonte B latossólico. A designação que mais se aproxima deste solo é o Latossolo Vermelho Amarelo álico, textura média (LVm) e, pelo sistema americano (E.U.A., 1975), *Quartzipsammentic Haploxorthox*.

A superfície IV, que corresponde a encosta do Morro Azul, é representada por diversos solos, entre eles Cambissolos e Terra Roxa Estruturada (TE); sendo estudada apenas a TE (*Oxic Paleustult, argiloso, caulinitico*),

Quadro 1 - Características granulométricas e morfológicas dos solos estudados

Horizontes	Profundidade (cm)	Luz úmida	Consistência**			Observações	Areia Total 2-0,05mm	Silte 2-50µ	Argila >2µ	Argila natural	a-f/a <sup>1</sup>
			seca	úmida	molhada						
Perfil 1 (Podzólico Vermelho Amarelo - Typic Paleustalf)											
Ap	0-23	10 VRS/3	ld	fr	lpl, lpe		23	48	29	7	1,00
B21	58-98	2,5VRS/6	ld	fr	pl, pe	cerosidade abundante	12	35	53	3	0,80
B31	98-126	2,5VRS/8	ld	fr	mpl, mpe	cerosidade abundante	14	39	47	-	0,67
B3	126-178	2,5VRS/6	ld	fr	mpl, mpe	mosqueado 5VRS/6	14	32	49	1	0,83
10C1	178-214	2,5VRS/6	nd	nd	pl, mpe	linha de seixos	2	44	54	1	1,25
Perfil 2 (Latossolo Roxo - Óxis Paleustalf oxidico)											
Ap	0-10	2,5VRS/4	ld	fr	pl, pe		19	33	48	23	0,63
B14	10-55	2,5VRS/4	ld	fr	pl, pe	cerosidade pouco	18	26	56	31	0,63
B21	55-100	10 R 3/4	ld	fr	pl, pe		21	22	57	7	0,57
B23	170-277	10 R 3/6	mc	fr	pl, pe		19	27	54	1	0,86
110B31	277-333	10 R 3/6	mc	fr	pl, pe	linha de seixos	21	36	43	1	1,14
11C3	442-467	10 R 3/3	nd	nd	pl, lp	mosqueado 10VRS/8	42	40	18	-	0,56
Perfil 3 (Latossolo Vermelho Escuro - Óxis Paleustalf, raulinítico)											
Ap	0-25	2,5VRS/4	ld	fr	pl, mpe		18	27	55	23	0,21
B14	25-55	5 VRS/4	ld	fr	pl, mpe	cerosidade pouco	13	18	69	3	0,60
B21	55-85	5 VRS/8	mc	mfr	pl, pe		12	22	66	1	1,00
11C1	155-235	2,5VRS/6	mc	fr	pl, lpe	linha de seixos	11	20	69	1	0,40
11C2	235-310	10 R 4/4	nd	nd	pl, lpe		10	20	70	1	1,00
11C5	375-400	10 R 5/6	nd	nd	pl, lpe	mosqueado 10VRS/6	4	32	64	1	2,00
Perfil 4 (Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico - Typic Paleustalf, oxidico)											
Ap	0-28	5 VRS/3	d	fr	pl, pe		52	18	30	10	0,35
B24	75-130	2,5VRS/4	ld	mfr	lpl, lpe	cerosidade comum	43	11	46	11	0,63
110B31	216-256	2,5VRS/4	nd	nd	pl, pe	linha de seixos	50	15	35	1	0,53
11C1	304-351	2,5VRS/8	nd	nd	pl, pe	mosqueado 10VRS/8	25	27	48	2	0,73
11C2	351-376	10 R 4/6	nd	nd	pl, pe	mosqueado 2,5VRS/4	12	34	54	1	0,67
Fragmento de folhelho											
Perfil 5 (Terra Roxa Estruturada - Óxis Paleustalf)											
Ap	0-15	2,5VRS/4	d	fr	mpl, mpe		33	25	42	27	0,50
110B31	85-137	5 VRS/6	ld	fr	pl, pl	cerosidade abundante/ linha de seixos	21	19	60	1	0,67
110B21	137-193	2,5VRS/8	ld	fr	pl, pe	cerosidade comum	23	30	47	1	0,29
11C3	267-317	2,5VRS/6	nd	nd	lpl, pe	mosqueado 2,5VRS/8	22	38	40	1	0,50
11C4	317-367	10 R 4/6	nd	nd	lpl, pe	mosqueado 2,5VRS/8	25	40	35	1	0,55
11C7	467-517	10 VRS/8	nd	nd	lpl, lpe	mosqueado 2,5VRS/8	24	44	30	1	0,45
Perfil 6 (Latossolo Vermelho Amarelo - Quartzarenoso de Múndola de 1 <sup>a</sup> )											
Ap	0-24	10 VRS/3	sl	fr	mpl, mpe		85	5	10	5	0,25
B1	24-76	5,4VRS/4	ld	mfr	lpl, lpe		77	6	17	8	0,86
B21	76-114	2,5VRS/4	ld	fr	lpl, lpe		78	5	17	8	0,88
B23	150-194	5 VRS/6	ld	fr	lpl, lpe		75	5	19	12	1,04
B33	304-459	5 VRS/6	ld	fr	lpl, lpe		75	6	19	1	

\* Cálculo livre de argila, mfr = areia muito fina; af = areia fina

\*\* ld = ligeiramente duro; d = duro; mc = macio; nd = não determinado; f = firme; fr = frável; mfr = muito frável; mpl = não plástico; mpe = não pegajoso; lpl = ligeiramente plástico; lpe = ligeiramente pegajoso; pl = plástico; pe = pegajoso; mpl = muito plástico; mpe = muito pegajoso; sl = solto.

Quadro 2 - Principais características químicas dos solos estudados.

Horizontes	pH	ApH	Carbono orgânico	Complexo sorção			H <sup>+</sup>	CTC	Saturação de bases
				Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>			
m.eq/100 g solo									
Perfil 1 (podzólico Vermelho Amarelo - Typic Paleustalf $\Delta$ )									
Ap	5,1	-0,7	1,2	1,7	0,2	2,2	6,9	8,8	22
B2c	5,5	-0,5	0,0	0,7	0,1	4,0	7,7	8,5	9
B3c	5,8	-1,0	0,1	0,7	0,1	2,9	6,0	6,8	12
B3t	5,8	-1,4	0,1	0,8	0,1	2,9	6,3	7,2	13
11C1	5,8	-1,5	-	0,7	0,1	5,0	7,0	7,8	10
Perfil 2 (Latossolo Roxo - Oxíc Paleustalf $\Delta$ oxidico)									
Ap	6,2	-0,6	1,5	4,4	0,2	0,4	5,2	10,2	42
B1c	5,9	-0,7	1,1	1,9	0,1	0,3	5,2	7,5	13
B2t	5,7	-0,3	0,7	1,8	0,0	0,3	3,2	5,3	12
B23	5,6	-0,6	0,1	1,2	0,0	0,4	1,5	2,6	15
11B3t	5,8	-0,3	0,1	1,0	0,0	0,2	1,1	2,3	14
Perfil 3 (Latossolo Vermelho Escuro - Oxíc Paleustalf $\Delta$ caulinitico)									
Ap	5,2	-0,9	1,5	3,2	0,1	2,3	8,0	11,3	19
B1c	5,2	-1,0	0,9	1,1	0,1	4,1	9,0	10,3	12
B2t	5,2	-0,8	0,6	0,6	0,0	3,5	7,5	8,1	7
11C1	6,1	-1,6	0,2	0,3	0,0	2,3	5,6	5,9	5
11C2	5,4	-1,3	0,0	0,4	0,0	4,1	6,7	7,2	7
11C5	5,2	-1,1	-	0,1	0,0	7,4	8,0	8,3	4
Perfil 4 (Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico - Typic Paleustalf $\Delta$ )									
Ap	5,6	-0,9	1,3	2,6	0,7	0,9	5,9	8,6	31
B2c	5,8	-1,0	0,5	0,6	0,1	0,8	4,3	4,9	12
11B3t	6,6	-0,7	-	0,5	0,2	0,4	2,8	3,4	17
11C1	6,1	-1,4	-	0,4	0,1	1,2	3,9	4,4	11
11C2	6,0	-1,6	-	0,3	0,1	3,2	5,3	5,7	7
Perfil 5 (Terra Roxa Estruturada - Oxíc Paleustalf $\Delta$ )									
Ap	6,3	-0,9	1,1	7,9	0,1	0,3	4,2	13,2	61
11B2t	6,5	-0,5	0,3	3,9	0,0	0,3	2,3	6,2	63
11B2t	6,5	-0,5	0,1	4,2	0,0	0,3	2,3	6,5	65
11C3	6,5	-0,9	-	7,3	0,1	0,3	2,7	10,0	73
11C4	6,3	-0,7	-	7,4	0,1	0,3	2,4	9,9	76
11C7	6,0	-0,7	0,1	9,9	0,1	0,5	3,2	12,9	75
Perfil 6 (Latossolo Vermelho Amarelo - Quartzipsamment Latossólico)									
Ap	5,5	-0,9	0,5	1,1	0,0	0,7	3,0	4,1	27
B1	5,2	-0,7	0,1	0,4	0,0	1,0	3,0	3,4	12
B2t	5,1	-0,6	0,1	0,6	0,0	1,6	3,0	3,6	17
B23	5,2	-0,6	0,1	1,0	0,0	0,7	1,9	2,9	35
B33	5,1	-0,7	0,0	0,3	0,0	1,4	1,6	1,9	16

Quadro 3 - Composição mineralógica da fração argila e teor de ferro livre dos solos estudados.

Horizontes Profundidade (cm)	Caulinita	Gibbsita	Material amorfo	Mica	Vermiculita	Montmorilonita	Total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre
<b>Perfil 1 (Podzólico Vermelho Amarelo - Typic Paleusol d)</b>								
Ap	36	1	15	12	19	16	99	2
B2t	42	1	17	12	13	15	103	5
B3t	47	1	14	12	14	15	103	4
B3c	38	0	16	13	17	16	100	5
11C1	49	0	15	13	8	16	101	6
<b>Perfil 2 (Latossolo Roxo - Oxíc Paleusol d, oxidico)</b>								
Ap	62	6	18	2	6	0	94	16
B1t	64	5	17	2	6	0	94	17
B21	60	5	17	1	7	0	94	18
B23	67	5	14	1	9	0	100	19
11B31	64	10	12	1	8	0	95	18
11C3	60	3	15	1	16	0	95	19
<b>Perfil 3 (Latossolo Vermelho Escuro - Oxíc Paleusol d, caulinitico)</b>								
Ap	63	-	18	3	6	0	90	7
B1t	70	-	17	3	4	0	94	7
B21	65	-	17	3	7	0	93	7
11C1	72	-	16	3	2	0	93	10
11C2	50	-	15	5	20	0	90	10
11C5	53	-	14	7	18	0	92	7
<b>Perfil 4 (podzólico Vermelho Amarelo Latossólico - Typic Paleusol d, oxidico)</b>								
Ap	52	14	12	5	15	0	58	5
B2t	44	15	12	5	18	0	94	7
11B31	47	17	12	10	4	0	92	9
11C1	54	5	15	19	6	0	97	13
11C2	52	2	12	24	2	0	92	11
<b>Perfil 5 (Terra Roxa Estruturada - Oxíc Paleusol d)</b>								
Ap	67	3	12	2	9	0	93	12
11B21t	64	5	12	1	17	0	99	19
11B22t	61	1	13	1	16	0	92	17
11C3	62	0	16	1	13	0	92	18
11C4	63	0	15	1	13	0	92	17
11C7	63	0	15	2	10	0	90	11
<b>Perfil 6 (Latossolo Vermelho Amarelo - Quartzipalmarenzic haploxeroxi)</b>								
Ap	67	5	17	0	7	0	91	1
B1	77	7	13	0	3	0	100	2
B21	73	8	12	0	2	0	95	2
B23	68	7	13	1	2	0	91	2
B33	76	2	11	1	2	0	95	2

representado pelo perfil 5. Este solo é desenvolvido de diabásio, argiloso, homogêneo na cõr e profundo. Apesar da aparente homogeneidade morfológica, o material de origem apresenta descontinuidade litológica, fato este constatado por diversas evidências, entre elas a química (distribuição irregular do cálcio e magnésio e dos valores de CTC), a granulométrica (variações da relação areia muito fina e fina) e a morfológica (presença de linha de pedras), (Quadro 1 e 2). Os dados obtidos, incluindo a constatação de "cutans" iluviais pela micromorfologia, gradiente textural e espessura (Quadro 1) permitem definir um horizonte B textural bem pronunciado. Consequentemente, o processo de lessivagem parece ser mais evidente neste solo. A concentração de bases nos horizontes superiores (principalmente no Ap) se deve talvez a adição de matéria orgânica visto que ela se concentre na superfície do solo (Quadro 2). Mineralologicamente é um solo bem intemperizado com predominância de caulinita (Fig. 3). A gibbsita está presente, em pequena quantidade, somente nos horizontes superiores (Quadro 3). a inexistência deste material nas camadas mais profundas pode ser observada pela não ocorrência de pico endotérmico na região dos 350°C (Fig. 2F). A micromorfologia mostrou pequena quantidade de minerais primários intemperizáveis na fração areia.

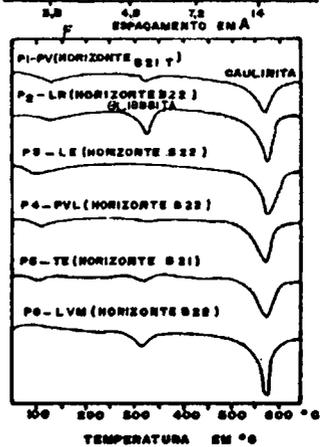
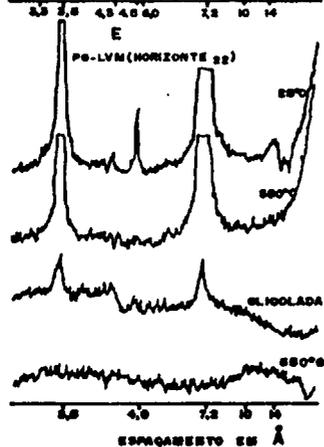
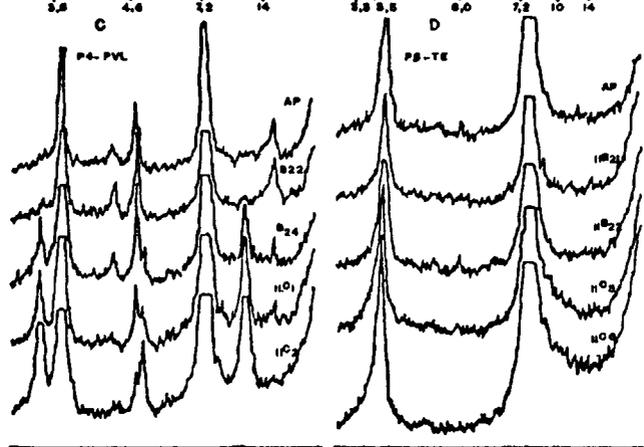
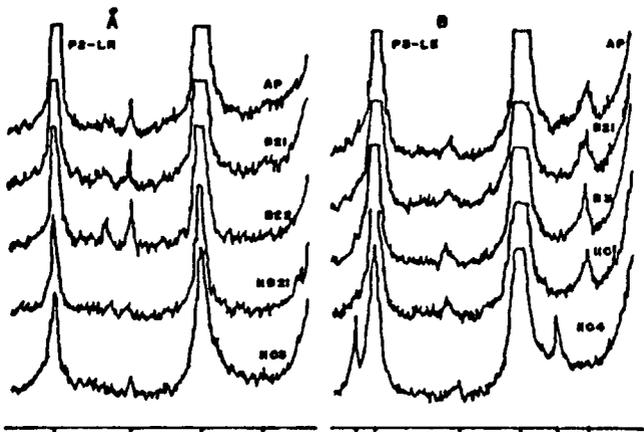
A superfície III, a mais extensa da área estudada é uma superfície pedimentar (PENTEADO 1969), formada por materiais do Grupo Estrada Nova, da Formação Rio Clara e do diabásio, representados pelos perfis 2, 3 e 4 (Fig. 1). Tais solos são de caráter argiloso, profundos e aparentemente homogêneos. Entretanto pela observação de linha de pedra e pelos dados da relação areia muito fina e areia fina, principalmente para os perfis 2 e 3 (Quadro 1), constatou-se a presença de descontinuidade litológica em todos os solos.

Os perfis 2 e 3 possuem morfologia semelhante aos latossolos podendo ser enquadrados dentro dos conceitos

de Latossolo Roxo (LR) e Latossolo Vermelho Escuro - textura argilosa (LE) respectivamente (BRASIL, 1960). Por outro lado, o exame morfológico evidenciou a presença de cerosidade, para ambos os perfis, no horizonte Blt logo abaixo do horizonte Ap (Quadro 1). O exame micromorfológico constatou a ocorrência de cutans iluviais nesta mesma porção em pequena quantidade, porém suficiente para a definição do horizonte B textural. O gradiente destes solos (Quadro 1) também confirma a presença deste horizonte. Após o horizonte B textural ocorre um horizonte espesso com estrutura de aspecto maciça, muito porosa, formado por uma microestrutura granular muito forte, cujos dados químicos (Quadro 2) permitem o seu enquadramento dentro da definição de horizonte B la tossólico.

A composição mineralógica destes dois solos está representada essencialmente pela caulinita (Fig. 2A e B). A gibbsita está presente apenas no Latossolo Roxo, reconhecida pelo espaçamento a  $4,8\text{\AA}$  (Fig. 2A) e pelo pico endotérmico a  $35^{\circ}\text{C}$  (Fig. 2F). O exame micromorfológico evidenciou pequena quantidade de minerais intemperizáveis na fração areia. Utilizando-se os critérios do Soil Taxonomy (E.U.A., 1975), tais solos podem ser enquadrados como Oxic Paleustult, argiloso, oxidico (LR) e Oxic Paleustult, argiloso, caulinítico (LE).

De uma maneira geral o LE e o LR estão, nesta região, sempre associados, sendo que o LE ocupa a posição mais alta do relevo e o LR a meia encosta, porém fazendo parte de uma mesma superfície. Conseqüentemente serão da mesma idade de acordo com os critérios de DANIELS et alii, 1971. Apesar de serem morfológicamente semelhantes tais solos são distintos em certas propriedades como na presença da gibbsita somente no LR e pelo menor teor de ferro livre no LE (Quadro 3). Tal fato se deve, talvez a contribuição do material de origem diferente. O LR foi influenciado pela presença de rochas bá



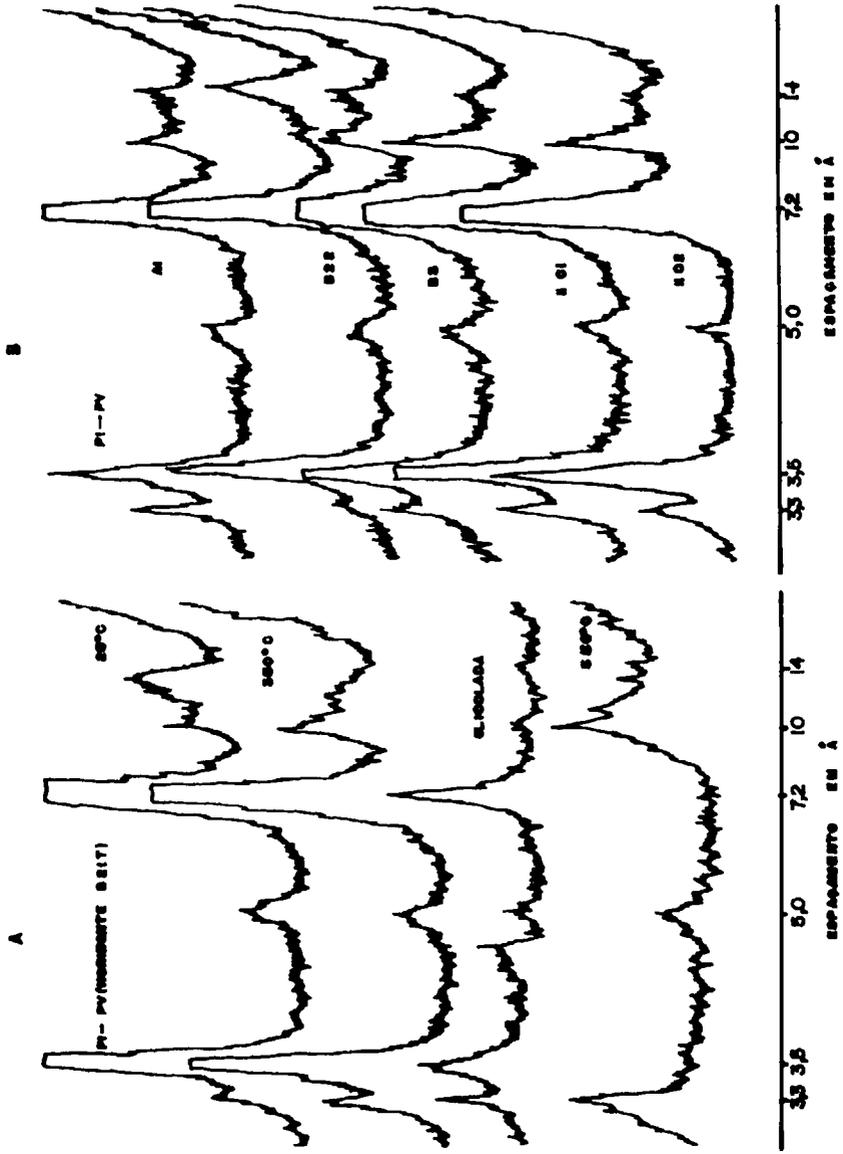


Figura 3

sicas enquanto que o LE pelos argilitos da formação Rio Claro (Fig. 1). No presente caso os minerais constituintes da rocha básica são mais facilmente intemperizáveis do que os minerais do argilito, daí a presença de gibbsita no LR e a ausência desta no LE.

O perfil 4, profundo e argiloso, está localizado próximo ao contato de talus com o material pedimentar, ocorrendo em um declive suave e uniforme fazendo parte da superfície III. Os exames morfológico e micromorfológico, mostraram a presença de cerosidade (Quadro 1) e cutans iluviais em quantidades significativas. Tais resultados aliados com o gradiente textural definem um horizonte B textural. Os dados morfológicos, principalmente côm, e o de saturação de bases (Quadro 2), permitem a classificação de um horizonte A proeminente (BENNEMA e CAMARGO, 1964). Pelo sistema brasileiro de classificação este solo pode-se enquadrar na unidade Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico (PVL) e pela americana como Typic Paleustult argiloso, oxidico.

A composição mineralógica (Quadro 3) deste perfil evidencia a predominância de caulinita e gibbsita. Os argilo minerais 2:1, principalmente vermiculita e mica, também estão presentes (Fig. 2C). Pode-se notar através desta figura que os picos de vermiculita e gibbsita são mais intensos nos horizontes superficiais enquanto que os picos da mica (10, 5 e 3,3A) são mais intensos nos horizontes mais profundos. Tal resultado também pode ser verificado pelos dados do Quadro 3. A presença relativamente grande da mica nos horizontes inferiores se deve a herança do material originário, no caso folhelhos do Grupo Estrada Nova. A concentração de vermiculita nas camadas superiores sugere a transformação mica para vermiculita, entretanto, a hipótese de serem as camadas superiores heterogêneas deve ser também considerada devido aos resultados contrastantes obtidos da relação areia muito fina, aos dados morfológicos e a posição de ocorrência deste solo na paisagem. (contado encosta-pedimento). Ape

sar de ser um solo com horizonte B textural, o teor de gibbsita é o mais elevado de todos os solos da topossequência.

Tomando-se os três perfis que constituem a superfície III (LR, LE e PVL) pode-se notar que o teor de caulinita é mais elevado para os perfis LE e LR e que destes somente o LR possui gibbsita. Por outro lado o PVL é o solo que possui o menor teor de caulinita e o mais elevado de gibbsita, sugerindo com isso uma transformação, por dessilicatização, da caulinita para gibbsita.

Como a superfície III possui um relevo suavemente ondulado, praticamente plano e pouco dissecado, isto irá favorecer a infiltração da água e uma atenuação no processo erosivo. Neste caso os processos de lixiviação e dessilicatização são mais intensos do que na superfície IV, tendo como resultado solos mais intemperizados. Comparando-se o LR com a TE, ambos desenvolvidos de diabásio, observa-se que o LR é um solo mais intemperizado e lixiviado que a TE. Tal observação pode ser deduzida através do teor de gibbsita, superior no LR (Quadro 3) e nos valores ligeiramente superiores da CTC da fração argila para a TE. Tal fato se deve, talvez, a posição que tais solos ocupam no relevo. A TE está situada em uma superfície instável, sujeita ao processo erosivo intenso, onde a lixiviação é de pequena intensidade. Por outro lado, o LR está situado em uma superfície mais estável, quase que plana, sujeita portanto a uma lixiviação mais intensa. E, relação ao teor de ferro livre, parece que não há diferenças significativas entre dois solos (Quadro 3) o que vem comprovar a semelhança do material originário. O solo representante da superfície II é o perfil I, caracterizado pelo pouco desenvolvimento com predominância das frações silte e argila (Quadro 1). O elevado teor de silte deste solo pode ser considerado como sendo herdado do material de origem, no caso da Formação Itapetinga. A ocorrência de argila orientada nos horizontes B foi observada inicialmente no campo, através da constatação de ce-

rósidade e posteriormente no laboratório, por meio de seções delgadas. Aliando-se tais resultados com os do gradiente textural acentuado pode-se concluir que o horizonte da subsuperfície seja um B textural.

A composição mineralógica da fração argila deste solo está representada pela caulinita e pelos argilo-minerais 2:1. A mica foi diagnosticada pelo espaçamento a  $10\text{\AA}$  inalterado pelos tratamentos; a vermiculita pelo espaçamento a  $14\text{\AA}$  com contração para  $10\text{\AA}$  com aquecimento a  $350^{\circ}\text{C}$  e eliminação com o aquecimento a  $550^{\circ}\text{C}$ . A presença de vermiculita cloritizada é apresentada também nesta figura onde o espaçamento a  $14\text{\AA}$  torna-se difuso entre os espaçamentos de  $10$  e  $14\text{\AA}$  após os tratamentos de aquecimento a  $350$  e  $550^{\circ}\text{C}$ . A caulinita é reconhecida pelo espaçamento a  $7,2\text{\AA}$  na amostra a  $25^{\circ}\text{C}$  eliminado com o aquecimento a  $550^{\circ}\text{C}$  (Fig. 3A).

A presença de argilo-minerais 2:1, neste solo, principalmente a mica, se deve provavelmente à herança do material originário. Este fato pode ser observado através dos difratogramas da Fig. 3B onde o espaçamento de  $10\text{\AA}$  ocorre em todo o perfil, inclusive nos horizontes C. O mesmo pode ser afirmado em relação à caulinita onde os teores tanto na superfície do solo como nos horizontes mais inferiores são idênticos (Quadro 3). A presença da gibbsita neste solo (reconhecido pelo endotérmico na região dos  $350^{\circ}\text{C}$ , Fig. 2A e pelo raio-X a  $4,8\text{\AA}$ , Fig. 3A) deve ter sido originada por processos pedogenéticos provavelmente por dessilicatização da caulinita, pois ela ocorre apenas nos horizontes superficiais.

A constância na soma dos argilo-minerais 2:1, assim como o seu elevado teor, aliado a uma quantidade não muito elevada de caulinita (Quadro 3) sugere que os processos de transformação (SIMONSON, 1959) na formação deste solo, são ainda de pequena intensidade. A pequena ação destes processos se deve principalmente ao pouco tempo de formação da Superfície II, às condições de relevo on-

dulado favorecendo a erosão, e, à drenagem moderada do perfil, não permitindo uma lixiviação intensa. A baixa saturação de bases deste solo está relacionada com a po breza de seu material originário (Quadro 2). Devido a tais fatos são ainda mantidas condições propícias pelo menos para se ter uma forma meta-estável dos argilo-minerais 2:1. As características químicas, principalmente a CTC, reflete também a natureza mineralógica deste solo, evidenciando a presença de argilo-minerais 2:1.

A ocorrência de solos com horizonte B textural bem desenvolvido em superfícies jovens tem sido constatada no Brasil por diversos autores (DEMATTE e HOLOWAYCHUK, 1977), demonstrando com isso que tais horizontes não necessitam necessariamente de um longo período para sua formação como afirma BIRKELAND (1974).

De acordo com os dados obtidos, este solo pode ser enquadrado no sistema brasileiro de classificação (BENNEMA e CAMARGO, 1964) como sendo um podzólico Vermelho Amarelo álico, argila de atividade baixa (PVA) e como Typic Paleustult, argiloso, isotérmico, caulínico (E.U.A., 1975).

A topossequência aqui estudada difere daquela da região de São Pedro estudada por DEMATTE e HOLOWAYCHUK, (1977), principalmente no que se refere ao material originário. Apesar das Formações Rio Claro, Botucatu e Estrada Nova ocorrerem naquela região, os solos são diferentes aos encontrados em Itacemópolis, principalmente os desenvolvidos da Formação Rio Claro, que são essencialmente arenosos (Areias Quartzosas). Tal fato sugere que a Formação Rio Claro não é constituída exclusivamente por sedimentos arenosos.

Já na região de Piracicaba temos encontrado topossequências semelhantes ao de Itacemópolis principalmente as partes correspondentes as superfícies III e II.

De acordo com os dados aqui obtidos pode-se concluir que:

- Os solos constituintes da topossequência estudada são, em sua maioria, de origem poligenética, principalmente os desenvolvidos na superfície III.
- De uma maneira geral o LE e o LR estão, nesta região, sempre associados, ocorrendo numa mesma superfície.
- As diferenças entre a TE e o LR, solos desenvolvidos de um mesmo material originário, se deve à posição que eles ocupam no relevo; pois a TE normalmente ocorre em superfícies instáveis, enquanto que o LR ocorre em superfícies mais estáveis.
- Apesar do substrato rochoso ser variável principalmente entre as superfícies, a caulinita foi o mineral dominante nestes solos. Constitui exceção apenas o PV, localizado na superfície mais recente, onde há predominância de argilominerais 2:1, minerais estes herdados do material originário. A gibbsita encontrada na maioria dos solos parece ter origem pedogenética.
- Os solos com horizonte B latossólico normalmente estão situados em superfícies mais velhas e estáveis, (LV-m, LR e LE) enquanto que, os solos com B textural, estão situados em superfícies mais jovens e instáveis (TE e PV).

- ALEXIADES, C.A. e JACKSON, M.L. - Quantitative determination of vermiculita in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29:522-527, 1965.
- ALEXIADES, C.A. e JACKSON, M.L. - Quantitative clay mineralogical analysis of soils and sediments. In: Proc. 14 th. Conf. Clays and Clay Min. 1966. pág. 32-35.
- BENNEMA, J. & CAMARGO, M.N. - Segundo esboço parcial de classificação dos solos brasileiros. Ministério da Agricultura. Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo. 17p. (mimeografado). 1964.
- BIRKELAND, P.W.- Pedology, Weathering, and Geomorphological Research. Oxford University Press, Inc. New York. 285 p. 1974.
- BJORNERG, A.J.J. & LANDIN, P.M.B.- Contribuição ao estudo da formação Rio Claro (Neocenoico). Boletim Soc. Bras. Geologia 15:43-67. 1966.
- BRASIL. Comissão de Solos do SNEPA - Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro. 634 p. 1960 (Boletim 12).
- DANIELS, R.B., E.E. GAMBLE & CANDY, J. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Adv. Agron. 23:51-88. 1971.
- DEMATTE, J.L.I. & HOLOWAYCHUK, N. - Solos da Região de São Pedro, Estado de São Paulo. I. Propriedades Granulométricas e químicas. R. Bras. Ci. Solo 1: 92-98. 1977.
- DIXON, J.B. - Quantitative analysis of kaolinite and gibbsite in soils by differential thermal and selective dissolution methods. Clays and Clay Minerals. Proc. 14 th. Conf. 1966. p. 83-89.

E.U.A. Soil Survey Staff - Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigations Report nº 1. USDA. Washington-63 p. 1972.

E.U.A. Soil Survey Staff - Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook. nº 436. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 1975.

JACKSON, M.L. - Soil Chemical Analysis. Advanced. Univ. of Wisconsin, Md. 1965. 991 p. (mimeo.).

KITTRICK, J. - Mineral equilibria and the soil system. In: J.B. Dixon, ed. Minerals in Soil Environments. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin. 1977.

LANDIM, P.M.B. - O Grupo Passa Dois (P) na bacia do rio Corumbataí (SP). Ministério das Minas e Energia. 1970. 103 p. (BoI. 252).

MILLER, F. - Physical, Chemical and Mineralogical properties related to the micromorphology of the Canfield Silt-Loam. Tese de Ph.D. Ohio State University. 1965. 161 p.

PENTEADO, M.M. - A Bacia de Sedimentação de Rio Claro, Estado de S. Paulo. Geographica. V: 38-59. 1969.

PENTEADO, M.M. - Fundamento de geomorfologia. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 1977. 141 p.

RANZANI, G., T.KINJO, O. FREIRE. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Mimeografado. E.S.A. "Luiz de Queiroz". 1966.

RANZANI, G., T. KINJO., O. FREIRE. Carta de Solos do Município de Piracicaba e Itacemápolis. Bo. Técnico

Científico nº 33-A. E.S.A. "Luiz de Queiroz". 1968.

RUHE, R. - Geomorphology - Houghton Mifflin Company, Illinois. 246 p. 1975.

SIMONSON, R.W. - Modern Concepts of Soil Genesis - A Symposium outline of a generalized theory of soil genesis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23:152-156.

STEELE, J.C. & BRADFIELD, R. - The significance of size distribution in the clay fraction. Am. Soil Survey Ass. Report Bull. XV: 89-93. 1934.

SOARES, P.C. & LANDIN, P.M.B. - Depósitos Cenozóicos na Região Centro-Sul do Brasil. Not. Geomorfol., Campinas 16 (3): 17-39. 1976.

WINTERS, R. & SMITH, R.S. - Determination of total carbon in soils. Ind. Eng. Chem. Anal. 1:202-203, 1929.