

# BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 23

Campinas, junho de 1964

N.º 18

## SÉRIES MONOTÍPICAS DA BACIA DE TAUBATÉ

### 4 — IPIRANGA, CORUJA E FEITAL (1)

FRANCISCO DA COSTA VERDADE, *engenheiro-agrônomo, Seção de Agrogeologia (2), Instituto Agrônomo, e LUIZ SOARES HUNGRIA, engenheiro-agrônomo, Serviço do Vale do Paraíba, Departamento de Águas e Energia Elétrica.*

### RESUMO

Neste trabalho, prosseguem os estudos dos solos da Bacia de Taubaté, no Vale do Rio Paraíba, sob os pontos de vista químico, morfológico e genético.

A série Ipiranga desenvolve-se em depósitos barrentos da sedimentação terciária, em topografia levemente ondulada. São solos friáveis com grande desenvolvimento do horizonte A e as camadas superficiais de coloração 10 YR, passam em profundidade a 7,5 YR. Possuem pequenos teores de bases totais e trocáveis; são ácidos e têm a relação sílica/alumina ao redor de 1,6. Apesar da dominância de caulinita, encontra-se na superfície um mineral de estrutura da mica. Aventa-se a possibilidade de influência da formação pré-Cambriana em período recente.

A série Coruja está situada em posições de maior influência do fator água, apesar de ser considerada como solo de boa drenagem. Sua origem é de sedimentos barrentos da formação terciária e de coloração amarela em todo o perfil (10 YR). O horizonte B não pode ser considerado textural ou colorido e o horizonte A é proeminente. É solo depauperado em bases trocáveis, sem potencial e ácido. O seu uso em agricultura deve estar condicionado à correção da acidez e à elevação dos níveis de nutrientes das plantas. A fração argila é constituída predominantemente de caulinita, com goethita e gibsita.

A série Feital apresenta as mesmas propriedades das anteriores, tendo um A proeminente, mas o horizonte B pode ser considerado colorido. Diferencia-se das anteriores, pois as camadas profundas caem dentro da classe textural argilosa. É solo poroso, muito ácido e com baixos teores de base trocável e total. Na fração argila, encontra-se predominantemente a caulinita, com gibsita, goethita e quartzo de dimensão coloidal, numa camada.

### 1 — INTRODUÇÃO

Duas áreas se destacam na Bacia de Taubaté, por possuir relevo entre plano a levemente ondulado. A primeira, ao sul da cidade de São José dos Campos, em posição mais elevada, tendo sido considerada por Ab'Saber e Bernardes (1) como nível superior de sedimentação da área. A segunda, pela margem direita do Rio Paraíba, estende-se

(1) Recebido para publicação a 4 de fevereiro de 1964.

(2) Atualmente no Serviço de Fotointerpretação.

praticamente da cidade de Pindamonhangaba às fraldas dos morros que fecham a formação terciária em Aparecida do Norte.

Neste caso, o relêvo entre 540 a 560 m de altura, não pode ser considerado como platô residual, mas produto de fortes erosões em material propício. Aparentemente, essa área sofreu, na degradação, alguma sedimentação local de material do pré-Cambriano, pois é encontrada uma série, Jataí, com mica no perfil (6).

Os sedimentos, em geral, são areno-argilosos, distinguindo-se três séries de ocorrência comum: Ipiranga, Coruja e Feital.

O objetivo do presente trabalho é estudar algumas características morfológicas que definem êsses solos, sua composição física e química, os principais componentes da fração argila e sua variação de fertilidade, bem como estabelecer bases para uma futura classificação em categorias mais elevadas. Apresentando os elementos já estudados em outro trabalho (6), a unidade de levantamento de solo encontra-se definida.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Os perfis de solos utilizados no presente estudo são os de números 729, 732, 763 e 808 para a série Ipiranga, 733 para a série Coruja e 742 para a série Feital, descritos nas suas principais propriedades em trabalho anterior (6).

As descrições de cor e textura são normalmente feitas durante a delimitação das unidades, no campo, quando, pelas sondagens, são colhidas amostras de 20 em 20 cm, até um metro de profundidade.

Nas análises químicas, empregaram-se os perfis 729, 733 e 742. No primeiro, série Ipiranga, utilizaram-se as camadas *b*, horizonte  $A_s$ , de profundidade 8-25 cm, *e*, horizonte  $B_{22}$ , de profundidade 68-102 cm, e *g*, horizonte *C*, de profundidade 131-140 cm. Do perfil 733, pertencente à série Coruja, foram analisadas as camadas *a*, horizonte  $A_{1p}$ , de 0-18 cm, *d* horizonte  $B_2$ , de 60 a 86 cm, e *f*, horizonte  $C_1$ , de 120-150 cm. A série Feital é representada pelo perfil 742, cujas camadas analisadas foram *a*, horizonte  $A_{1p}$ , de 0-12 cm, *d*, horizonte  $B_2$ , 48-85 cm e *f*, horizonte  $C_1$ , de 117 a 150 cm de profundidade.

Os métodos de análise química total, do trocável, a separação da fração argila, análises de raios X e de coleta de amostras compostas já foram apontados em trabalho anterior (4).

### 3 — SÉRIE IPIRANGA

A série Ipiranga recebeu essa denominação por ter sido identificada próximo ao ribeirão do mesmo nome, no Município de Pindamonhangaba.

#### 3.1 — MORFOLOGIA E FÍSICA DO SOLO

O solo é formado em sedimentos barrentos, em região levemente ondulada do Terciário. O perfil apresenta grande variação na espessura dos horizontes: A<sub>1p</sub>, com 8 a 24 cm; A<sub>s</sub>, de 15 a 28 cm; B<sub>1</sub>, de 17 a 32 cm; B<sub>2</sub> (algumas vezes apresentando B<sub>21</sub> e B<sub>22</sub>), de 34 a 60 cm; B<sub>3</sub> ou B/C, de 18 a 36, e C<sub>1</sub>, abaixo de 81 a 150 cm. A estrutura na superfície é em bloco subangular, média e fraca, passa a fina e depois a maciça (sem estrutura) a profundidades variáveis, mas sempre antes do C.

A fração argila distribui-se em profundidade, como é indicado na figura 1, notando-se pequeno desenvolvimento do horizonte B textural. Neste solo, as definições de horizonte no campo acompanhavam de perto as indicações do teor de argila reveladas pela análise. As cores

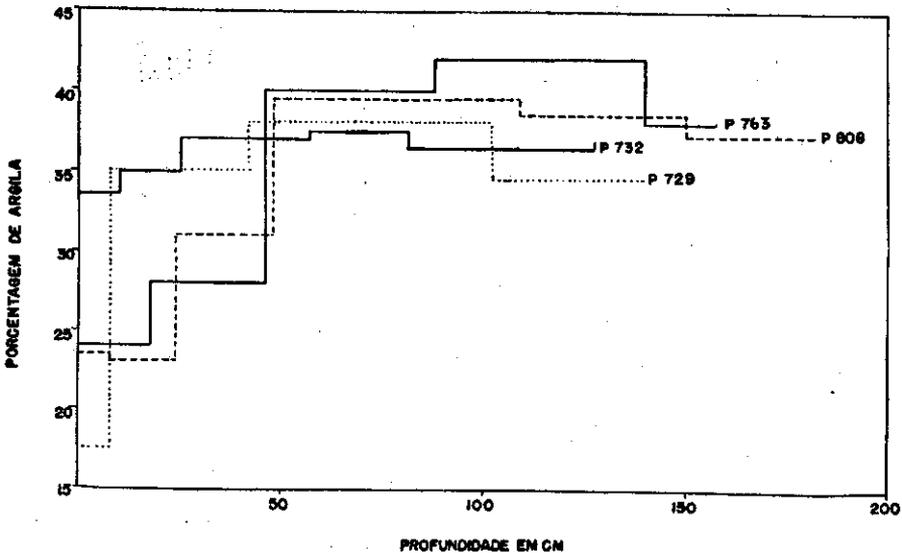


FIGURA 1. — Distribuição da argila em profundidade, na série Ipiranga.

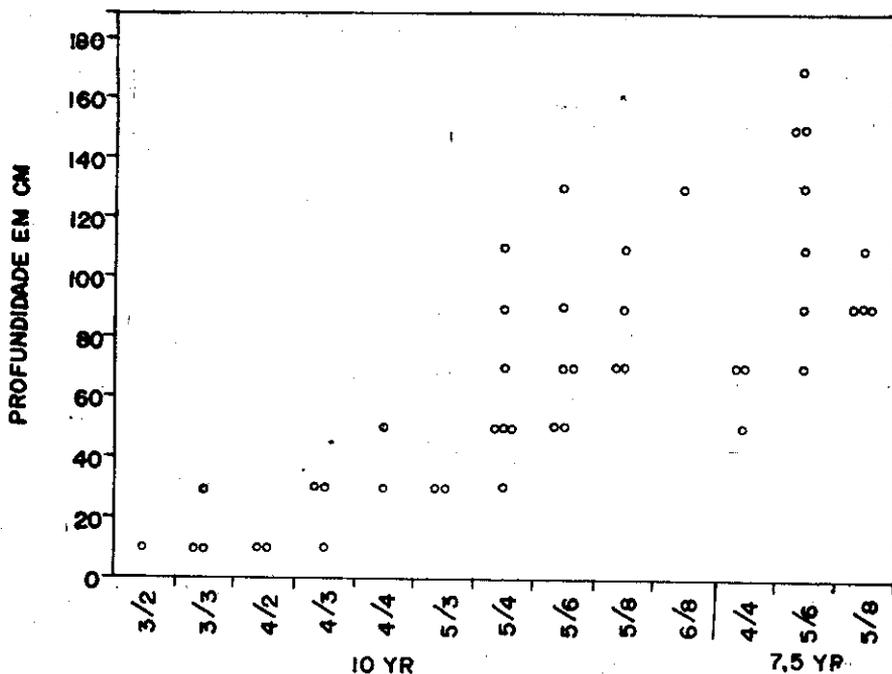


FIGURA 2. — Distribuição das côres em profundidade, na série Ipiranga, estudadas por tradagens (até 1 m) e por perfis.

do perfil estão no campo 10 YR, figura 2, havendo pequeno aumento de tom vermelho em profundidade, diferenciando-se da série Feital, mais avermelhada, e da Coruja, mais amarelada.

A textura do solo, de areno-barrenta a barrenta na capa superficial, passa de barrenta a argilosa em profundidade, bem no limite entre essas duas classes texturais, segundo a classificação adotada (3). O teor de areia grossa é elevado, de 26 a 56%, decrescendo em profundidade. A areia fina representa a metade da areia grossa, e o limo, determinado só em dois perfis, vai de 0 a 7,5%. Aparentemente, são solos menos porosos que os demais da região, oscilando sua porosidade ao redor de 47 a 54%, caracterizando-se sempre por maior adensamento na superfície, talvez propiciado pelo seu emprêgo em pasto.

### 3.2 — COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A caracterização química dos iônios trocáveis já foi apresentada anteriormente (6) e os resultados de 5 amostras de fertilidade são

indicados na relação abaixo. O índice de acidez desses solos é elevado. Apresentam teores médios de matéria orgânica e baixas quantidades de nutrientes. Praticamente, não são cultivados, mas usados como pasto. A ausência do emprêgo de corretivo e de fertilizantes torna-os de baixa capacidade na exploração agrícola. Os resultados analíticos são os seguintes :

CARACTERÍSTICAS	Limite inferior	Limite superior	Média
pH .....	4,65	4,95	4,80
C, % .....	1,16	1,98	1,43
N, % .....	0,08	0,11	0,09
Ca <sup>++</sup> , e.mg por 100 g .....	0,17	0,58	0,33
Mg <sup>++</sup> , » » » » .....	0,09	0,30	0,15
K <sup>+</sup> , » » » » .....	0,08	0,19	0,15
Al <sup>+3</sup> , » » » » .....	2,40	4,50	3,50
H <sup>+</sup> , » » » » .....	6,1	7,4	6,80
T, » » » » .....	9,8	11,6	10,90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , » » » » (3) .....	0,25	0,29	0,27

As análises químicas do teor total e trocável e da fração argila encontram-se no quadro 1. As relações entre os teores totais e trocáveis são as seguintes para as camadas *b*, *e* e *g*: K<sub>2</sub>O total/trocável, 100, 233 e 221; MgO total/trocável, 233, +2 000 e 263; CaO total/trocável, 20, 14 e 15; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/trocável, 20, 80 e 80. O solo apresenta algum potencial para potássio e magnésio, pouco para cálcio e algum fósforo fixado; por origem, é pobre em nutrientes e ácidos, trazendo problemas de adubação em qualquer programa de exploração agrícola. À exceção do MgO, todos os teores de bases e de fósforo aumentam em profundidade, porém em porcentagens pequenas.

As relações moleculares no teor total apresentam pequeno aumento em profundidade para Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e relativa constância para Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>. No primeiro caso, seria uma migração preferencial em profundidade da alumina. A diminuição da relação SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> em profundidade é devida à movimentação da argila ou, como registra Kellog (3), à destruição das argilas minerais na superfície.

Na fração coloidal, verifica-se que a relação molecular Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> decresce em profundidade (quadro 2). Nessa fração, não há migração preferencial do Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mas, sim, sua passagem da forma coloidal para

(3) Em 4 amostras, com extrator de ácido oxálico + oxalato de potássio.

QUADRO 1. — Composição química do solo da série Ipiranga, perfil 729

Óxidos	Teor trocável — camadas			Composição da argila — camadas			Teor total — camadas		
	b	e	g	b	e	g	b	e	g
SiO <sub>2</sub> .....	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	79,70	72,00	71,00	—	—	—	37,60	37,60	34,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	11,30	16,90	17,10	—	—	—	39,60	39,80	41,70
K <sub>2</sub> O .....	1,80	2,40	2,20	—	—	—	4,40	5,20	5,60
Na <sub>2</sub> O .....	0,35	0,49	0,53	0,0035	0,0021	0,0024	—	—	—
MgO .....	0,09	0,09	0,11	n. d.	n. d.	n. d.	—	—	—
MnO .....	0,28	0,21	0,21	0,0012	tr	0,0008	—	—	—
CaO .....	tr	tr	tr	0,0006	tr	tr	tr	tr	tr
TiO <sub>2</sub> .....	0,11	0,11	0,20	0,0056	0,0081	0,0137	1,70	1,70	1,70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,60	0,70	0,80	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O— .....	0,01	0,04	0,04	0,0005	0,0005	0,0005	—	—	—
H <sub>2</sub> O+ .....	0,80	1,20	1,40	1,19	1,57	1,67	3,00	3,00	3,40
	4,60	5,60	5,70	4,64	5,42	5,16	14,80	13,00	13,00
Soma .....	99,64	99,74	99,29	—	—	—	—	—	—

QUADRO 2. — Relações moleculares nos solos das séries Ipiranga, Coruja e Feital

Séries	Cama- das	No teor total						Na fração coloidal			
		$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3^{(1)}}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{TiO}_2}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3^{(1)}}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{TiO}_2}$		
Ipiranga	b	9,8	12,0	10,9	14,8	14,0	1,6	1,5	18,3		
	c	11,0	7,2	6,6	18,9	12,0	1,6	1,5	18,4		
	g	12,2	7,0	6,5	16,8	11,7	1,4	1,3	15,7		
Coruja	a	8,7	7,9	7,1	13,5	7,9	1,6	1,4	23,8		
	d	7,3	7,1	6,3	13,2	7,8	1,5	1,3	16,6		
	f	7,5	6,0	5,3	13,8	8,4	1,5	1,3	16,8		
Feital	a	6,1	7,6	6,5	13,9	6,6	1,5	1,3	15,3		
	d	7,0	6,5	5,7	14,0	6,3	1,5	1,3	16,2		
	f	7,1	5,7	5,0	17,2	7,1	1,4	1,2	18,0		

a não coloidal, como será visto adiante. A  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  permanece constante, entre 1,4 e 1,6, indicando a presença de óxidos livres. A pequena diminuição nas quatro relações está mais relacionada com a passagem dos óxidos livres da forma coloidal para a não coloidal do que a fenômenos de migração.

Quando um solo não apresenta minerais da relação 1:2 em mistura com os de 1:1 ou quartzo em dimensões coloidais, é possível calcular a porcentagem do alumínio ligado à sílica (minerais de argila), óxidos de Al livres e coloidais, bem como os da fração não coloidal. Baseia-se na análise dos raios X, na análise química total do solo e da fração argila (4). No caso particular, uma camada apresentou um mineral da estrutura das micas e outra sílica de dimensões coloidais. Restou a camada *b* para os cálculos, revelando que 11,9% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  do teor total do solo está na fração argila e 0,21% nas frações maiores. Na fração argila, 8,94% do teor total do solo está combinado com a sílica e 2,15%, livre.

O mesmo raciocínio pode-se aplicar aos demais óxidos, indicando que o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  está na camada *b* com 68% na fração argila, 85% na camada *e* e 88% na camada *g* e a diferença para 100 na parte não coloidal. Aparentemente, a desidratação na superfície tende a dar granulometria mais grossa aos compostos de ferro ou sua precipitação nas demais partículas é mais firme, não sendo dispersado na análise mecânica.

Estes e outros resultados obtidos anteriormente (4) indicam que o óxido de ferro se encontra em maior quantidade na fração coloidal. Aparentemente, os solos de São Paulo apresentam os óxidos de ferro difusos na massa, principalmente na fração coloidal, pouco ocorrendo à sua segregação na forma de pisolitos. Contrapor-se-iam por exemplo, aos solos da bacia amazônica, onde o ferro tem a tendência de segregar-se nessa forma no perfil ou ser eliminado e segregado nas lateritas.

Os cálculos referidos, aplicados ao  $\text{TiO}_2$ , levaram aos resultados de 80,2% na fração coloidal da camada *b*, 94% na camada *e* e 74% para a camada *g*. Em geral esses óxidos estão na fração fina do solo.

Moniz (\*), no relatório das análises pela difração dos raios X, indica que a «caulinita» é o mineral de argila comum e predominante nos três horizontes. Além desse material, encontra-se um grupo das micas, em pequena quantidade no horizonte B, identificado pela linha

(4) Antônio Carlos Moniz, químico da Seção de Agrogeologia.

de interferência de 9,81 angstroms e gibsita no mesmo horizonte com linha de 4,85 angstroms. O quartzo é encontrado nas camadas e (B<sub>2</sub>) e g (C), em quantidades mínimas, mas identificado pela pequena intensidade da linha 3,36 angstroms.

Os valores dos espaçamentos interplanares *d*, em angstroms (A), determinados a partir da leitura dos difratogramas, são os seguintes:

HORIZONTE B			HORIZONTE E			HORIZONTE G		
d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (*)	d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (*)	d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (*)
9,81	2	M	7,20	10	C	7,20	7	C
7,25	7	C	4,85	1	Gib	4,46	10	C
4,47	10	C	4,46	2	C	4,19	6	C
4,19	7	C	4,19	8	C	3,59	7	C
3,58	9	C	3,58	10	C	3,36	2	Q
3,36	3	M	3,36	4	Q	2,57	6	C
3,22	2	M	2,57	8	C	2,51	4	C
3,01	2	M	2,54	6	C	2,35	4	C
2,57	6	C	2,50	6	C	1,660	2	C
2,50	4	C	2,39	5	C			
2,39	4	C	2,34	6	C			
2,35	4	C	2,31	4	C			
2,30	3	C	1,991	3	C			
1,991	2	C	1,890	2	?			
1,796	2	C	1,670	3	C			
1,665	2	C						

### 3.3 — CLASSIFICAÇÃO

Os solos apresentam um pequeno desenvolvimento do horizonte B, um A proeminente, alta porosidade e um A<sub>s</sub> algo adensado. Suas características morfológicas seguem as dos perfis das séries Pinhão e Pinda (4), pertencendo ao mesmo Grande Grupo de Solo que ainda não foi definido. A subordem é Latossolo.

### 4 — SÉRIE CORUJA

Esta série foi identificada pela primeira vez na Estação Experimental da Produção Animal, Pindamonhangaba, em local bastante

(\*) M: grupo das micas; C: caulinita; Gib: gibsita; Q: quartzo.

afastado, com a presença constante daquelas aves. Sua distribuição geográfica é pequena.

#### 4.1 — MORFOLOGIA E FÍSICA

As descrições completas do perfil encontram-se em outro trabalho (6), e, como foi colhido um único perfil (733), as medidas dos horizontes encontrados foram de 0-42 cm para o A, 42-86 cm para o B e abaixo o horizonte C (até 120 ou 150 cm). A estrutura nesse perfil é subangular fina, passando para maciça no C. A camada A<sub>1p</sub> não apresentava estrutura, porém era questão puramente local.

O «solum», em relação aos demais, é bastante restrito em espessura. A distribuição da argila, figura 3, parece sugerir que o «solum» continui a maior profundidade do especificado, pois o teor de argila permanece praticamente constante. Não há migração de argila ou destruição na superfície, porque a diferenciação da capa superficial pode ser atribuída à diluição produzida pela matéria orgânica. Este fenômeno não é normal aos solos do Vale do Paraíba.

Dada a sua posição topográfica, a série sofre bastante a influência da umidade, mas não podemos considerá-la de drenagem moderada por não existir nenhum mosqueamento no perfil. Representa mais uma transição onde a água permanece mais tempo no solo que as de posição mais elevada.

É um solo predominantemente amarelo, com cores de 10 YR. Os resultados de 7 tradagens em áreas diferentes determinaram a distribuição homogênea do «hue» e a textura do solo é barrenta, exceto à profundidade de 100 cm, onde está no limite para argilosa. Portanto, a série Coruja apresenta uma variação de cor dentro do matiz 10 YR, podendo excepcionalmente, atingir 2,5 Y na superfície e 7,5 YR em profundidade.

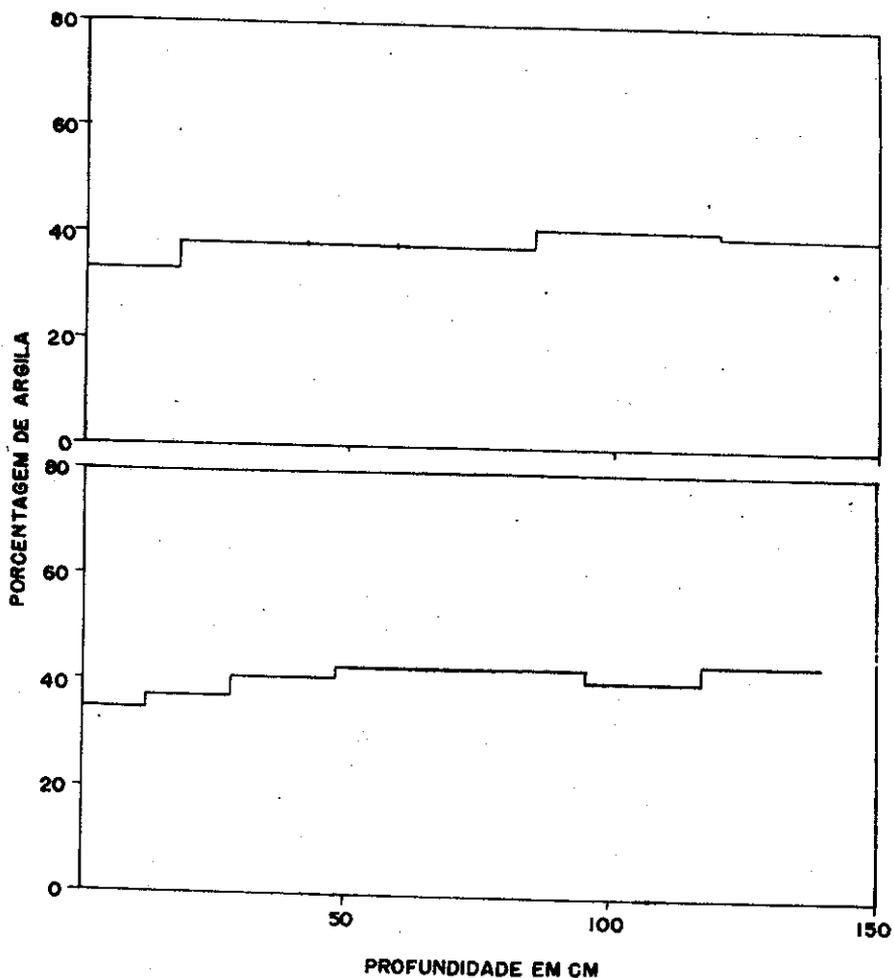


FIGURA 3. — Distribuição da argila em profundidade. *Em cima*, na série Coruja, perfil 733. *Em baixo*, na série Feital, perfil 742.

#### 4.2 — COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Além dos dados analíticos dos trocáveis, apresentados em outro trabalho para o perfil 733 (6), foram colhidas 5 amostras de fertilidade, compostas de diversos pontos e atingindo a profundidade de 20 cm. Os resultados analíticos foram os seguintes:

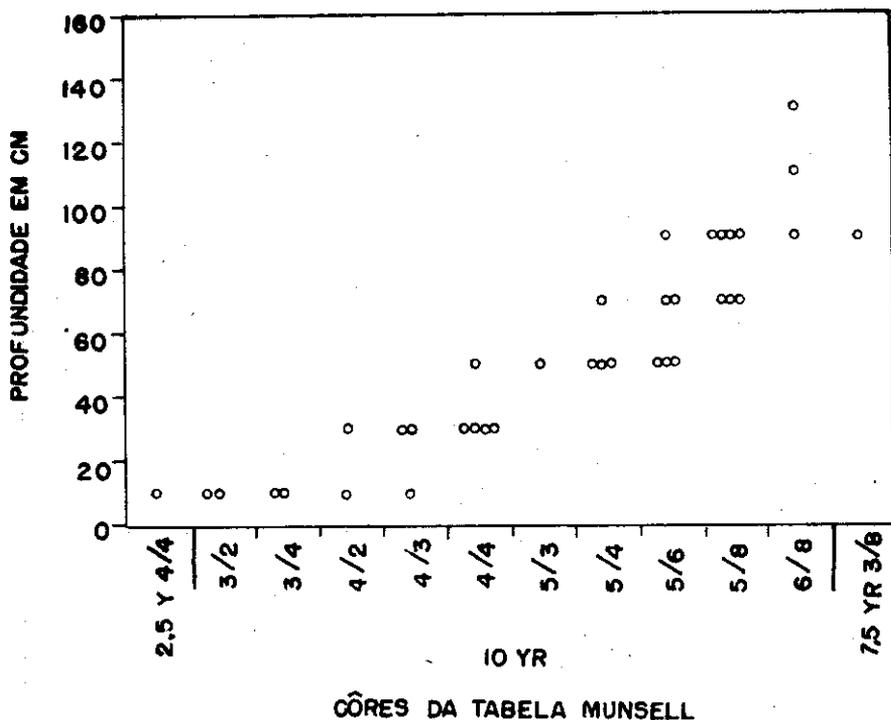


FIGURA 4. — Distribuição das cores na série Coruja, estudadas por tradagens (até 1 m) e pelo perfil 733.

CARACTERÍSTICAS	Limite inferior	Limite superior	Média
pH .....	4,80	5,20	4,95
C, % .....	1,44	2,08	1,73
N, % .....	0,09	0,12	0,11
Ca <sup>++</sup> , e. mg por 100 g solo .....	0,20	0,69	0,41
Mg <sup>++</sup> , » » » » » .....	0,10	0,42	0,22
K <sup>+</sup> , » » » » » .....	0,08	0,25	0,15
Al <sup>+3</sup> , » » » » » .....	2,5	3,7	3,20
H <sup>+</sup> , » » » » » .....	7,6	9,5	8,2
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (s) .....	0,23	1,36	0,72
T, e. mg por 100 g solo .....	11,1	14,2	12,2
V, % .....	4,0	10,0	7,00

São solos muito ácidos, com baixos teores de Ca e Mg trocáveis, médios a baixos em potássio e fósforo. No seu emprêgo agrícola,

(5) Método do ácido oxálico + oxalato de potássio em 4 amostras.

requer-se um programa de calagem e adubações, pois são solos depauperados por origem.

No estudo da composição química, quadro 3, verifica-se que os teores de cálcio, sódio e fósforo são muito baixos, regular o de magnésio e médio o de potássio. Relacionando-se com o trocável, verifica-se que nas camadas *a*, *d* e *f* estão na seguinte proporção:  $K_2O$  total/ $K_2O$  trocável, 58, 54 e 88;  $CaO$  total/ $CaO$  trocável, 44, 45 e 42;  $MgO$  total/ $MgO$  trocável, 250, 250 e 250;  $P_2O_5$  total/ $P_2O_5$  trocável, 100, 200 e 250. Portanto, pode-se prever certo potencial de  $K_2O$ ,  $P_2O_5$  e  $MgO$ , enquanto que o  $CaO$ , apesar de existir uma alta relação, os teores são muito baixos para ter significância. Admite-se que a calagem possa liberar fósforo como ocorreu em solo da mesma região (7).

Pela análises dos raios X, apresentada adiante, há ausência de quartzo em tamanho coloidal na fração argila e de minerais de rede 1:2. Pode-se, portanto, a partir da porcentagem da argila, da análise do total e da fração coloidal, verificar a distribuição dos óxidos nas frações do solo. É interessante notar que os óxidos de ferro e alumínio encontram-se predominantemente na fração coloidal, enquanto que o  $TiO_2$  aumenta em profundidade para aquela fração.

A alumina entre o total, e na fração argila, encontra-se distribuída da seguinte forma: na camada *a*, 12,01% está na fração argila e 3,49% nas demais; na camada *d*, na mesma ordem, as quantidades são 14,25% e 2,55%, e na camada *f*, 15,44% e 3,76%. Verifica-se que a relação entre a da fração argila e nas demais frações é maior na camada *d* (horizonte B), provavelmente resultante da migração da alumina da camada superior para esta.

O óxido de ferro encontra-se na camada *a*, na porcentagem de 85% na fração coloidal e 15% na não coloidal; na camada *d*, essas porcentagens são 79,2 e 20,8, respectivamente, e na *f*, 72,0 e 28,0, nas mesmas condições. É provável que pequena porcentagem do ferro se tenha segregado em partículas maiores que 0,002 mm nas camadas mais profundas.

O óxido de titânio apresentou, na camada *a*, 44,4% na fração coloidal e 55,6% na não coloidal; nas camadas *d*, respectivamente, obtiveram-se 68,0 para 32,0 e 65,5 para 34,5%. Mais acentuadamente que o ferro, o titânio segrega-se em partículas não coloidais em profundidade.

Na quadro 3, encontram-se as relações moleculares do teor total do solo e da fração argila. No primeiro caso, nota-se que a relação  $Al_2O_3/Fe_2O_3$  diminui um pouco em profundidade, porque o ferro mi-

QUADRO 3. — Composição química do solo da série Coruja, perfil 733

Oxidos	Teor total — camadas			Teor trocável — camadas			Composição da argila — camadas		
	a	d	f	a	d	f	a	d	f
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub> .....	72,00	70,50	67,60	—	—	—	33,80	33,20	34,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,50	16,80	19,20	—	—	—	36,40	38,00	38,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,80	3,60	4,00	—	—	—	7,20	7,60	7,20
K <sub>2</sub> O .....	0,12	0,13	0,14	0,0068	0,0024	0,0016	—	—	—
Na <sub>2</sub> O .....	0,10	0,10	0,08	n. d.	n. d.	n. d.	—	—	—
MgO .....	0,10	0,10	0,10	0,0004	0,0004	0,0004	—	—	—
MnO .....	0,05	0,05	0,06	tr	tr	tr	tr	tr	tr
CaO .....	0,28	0,28	0,28	0,0064	0,0062	0,0067	—	—	—
TiO <sub>2</sub> .....	0,90	1,00	1,10	—	—	—	1,20	1,80	1,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,05	0,04	0,05	0,0005	0,0002	0,0002	—	—	—
H <sub>2</sub> O— .....	1,40	1,50	1,80	—	—	—	3,55	3,70	3,70
H <sub>2</sub> O+ .....	7,10	6,60	6,90	—	—	—	17,40	15,50	14,80
Soma .....	100,40	100,70	101,31	—	—	—	—	—	—

grou mais que a alumina. As relações  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  e sílica/sesquióxidos diminuem em profundidade, nesse caso, porque o solo é de textura mais grossa à superfície. Na fração coloidal, a relação alumina/óxido de ferro aumenta em profundidade, contrapondo-se à mesma relação no total. O fenômeno explica-se porque parte do ferro é segregado na fração coloidal, não sendo determinado na análise da fração argila. A relação sílica/alumina mantém-se constante e ao redor de 1,5, indicando a presença de caulinita ou mineral de argila de mesma estrutura e óxidos livres de Al. Reflete o mesmo fenômeno a relação sílica/sesquióxidos. A relação alumina/óxido de titânio diminui em profundidade, mas nenhuma inferência é obtida desta relação.

Moniz, em seu relatório, indica a presença de caulinita como o mineral de argila dominantes nas colóides. Existem também a gibsita e a goethita em menores porcentagens, estando ausente no horizonte D.

Os valores dos espaçamentos interplanares  $d$ , em angstroms, determinados com auxílio de difratogramas, são os seguintes:

HORIZONTE A			HORIZONTE D			HORIZONTE F		
d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (6)	d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (6)	d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (6)
7,20	9	C	7,20	9	C	7,25	8	C
4,85	2	Gib	4,85	2	Gib	4,87	3	Gib
4,46	10	C	4,46	9	C	4,47	10	C
4,15	7	C	4,15	7	C	4,18	7	C
3,59	9	C	3,58	10	C	3,58	8	C
2,56	5	C	3,39	3	C	2,57	5	C
2,50	4	C	2,57	4	C	2,49	4	C
2,43	4	Goe	2,51	4	C	2,42	3	Goe
2,39	4	C	2,37	4	C	2,38	4	C
2,34	5	C	2,34	5	C	2,34	5	C
1,991	2	C	1,694	2	?	2,15	2	?
1,691	2	?	1,665	2	C	1,995	2	C
1,665	2	C				1,694	2	?
						1,668	2	C

#### 4.3 — CLASSIFICAÇÃO

Este solo apresenta-se sem horizonte B textural e fraca diferenciação de côr entre este e a camada inferior, considerada C. À exceção

(6) C: caulinita; Gib: gibsita; Goe: goethita.

da superfície colorida de escuro, a massa em profundidade é pouco diferenciada. Os autores acreditam que essas características são devidas à posição topográfica que propicia uma umidade constante ao perfil, sem contudo chegar a ser do tipo moderadamente drenado. Diferencia-se dos demais já estudados.

## 5 — SÉRIE FEITAL

Sua identificação na gleba do Feital, da Estação Experimental da Produção Animal, em Pindamonhangaba, foi a origem da denominação.

### 5.1 — MORFOLOGIA E FÍSICA DO SOLO

O solo é formado por sedimentos barrentos sôbre material argiloso; êste porém, no limite de transição entre a classe textural argilosa para barrenta, segundo a classificação de Medina (2). Assemelha-se texturalmente à série Ipiranga, que contém menos argila mas apresenta também êsse caráter de transição entre classes. Ambas, contudo são diferenciadas pela côr.

Como foi colhido um só perfil, torna-se impossível estabelecer as variações das profundidades dos diversos horizontes. As dimensões do perfil 746 (6) são as seguintes: 0-12 cm para  $A_{1p}$  (camada *a*), 12-28 cm para  $A_b$ , 28-48 cm para  $B_1$ , 48-85 cm (camada *d*), 85-117 cm para B/C e 117-140 cm (ou mais) para  $C_1$  (camada *h*). A diferenciação de horizontes no campo coincide com a distribuição da argila, conforme é apresentada na figura 5, à exceção do  $A_{1p}$ , com limite claro, os demais são graduais a difusos.

A estrutura superficial, em blocos subangulares finos, é mantida até o horizonte  $B_1$ . Abaixo é maciça, porém friável, propriedade característica para tôdas as camadas. O solo é profundo e poroso.

A distribuição da fração argila é apresentada na figura 5. Nota-se que há tendência para a formação de um horizonte B de acúmulo, porém com diferenças mínimas de teores com relação às camadas vizinhas. Deve-se considerar o horizonte B como do tipo colorido.

As colorações do solo caminham das côres amarelas, da superfície, até avermelhadas, em profundidade. A figura 5 apresenta a distribuição das côres encontradas no perfil e em diversas tradagens até um metro. A tendência de o tom vermelho ocorrer em profundidade é generalizada

para os solos do Vale do Paraíba e pertencentes à mesma categoria elevada desta série, que se diferencia da Ipiranga pela cor 5 YR, que é atingida em profundidade.

O teor de areia grossa domina sobre os de areia fina em todo o perfil.

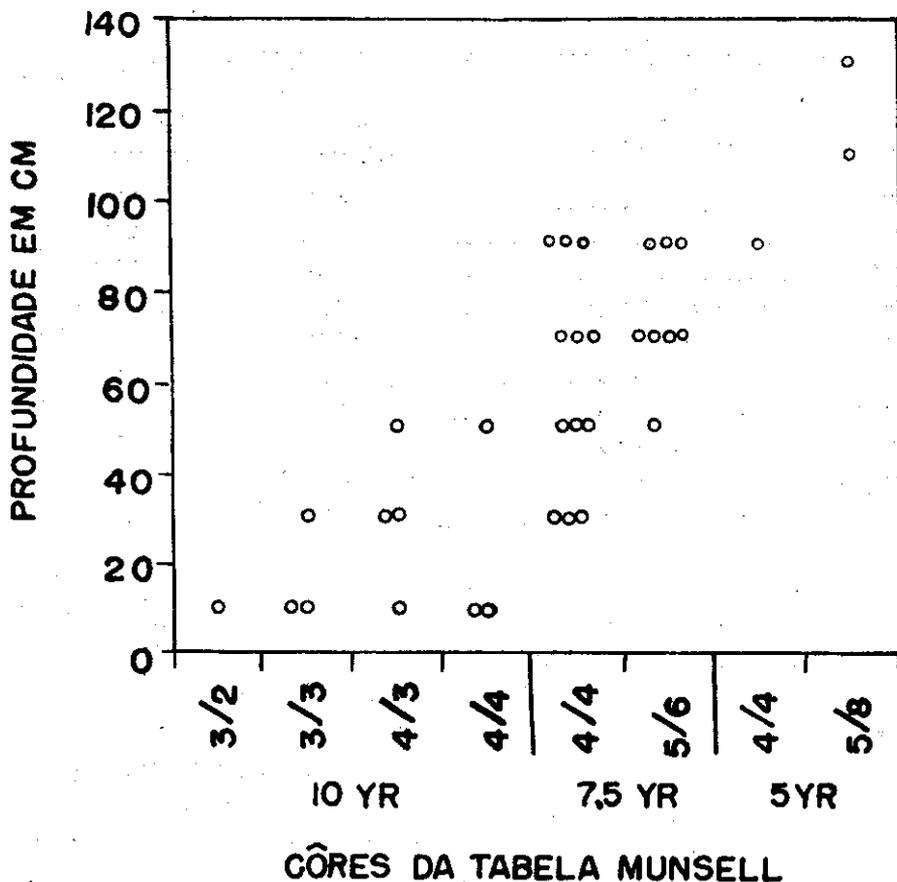


FIGURA 5. — Distribuição das cores na série Feital, estudadas por tradagens (até 1 m) e pelo perfil 742.

### 5.2 — COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Nesta série, foi estudada a fertilidade por 6 amostras compostas. Apresenta-se como solo muito ácido, baixos teores de bases trocáveis,

à exceção do  $K^+$ , que é médio, fósforo solúvel e altos teores de alumínio e hidrogênio trocável. São solos empregados em pastagens e algumas culturas de eucaliptos, não havendo praticamente exploração agrícola intensiva. No programa de exploração deverá ser aplicada calagem, adubação verde e mineral, para que haja rendimento satisfatório.

Os resultados analíticos dessas amostras indicaram :

CARACTERÍSTICAS	<i>Limite inferior</i>	<i>Limite Superior</i>
pH .....	4,70	5,10
C%, .....	1,40	2,08
N%, .....	0,09	0,12
Ca <sup>++</sup> , e.mg por 100 g .....	0,11	0,38
Mg <sup>++</sup> , » » » » .....	0,04	0,55
K <sup>+</sup> , » » » » .....	0,05	0,30
Al <sup>+3</sup> , » » » » .....	2,5	3,8
H <sup>+</sup> , » » » » .....	6,1	9,0
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (?), » » » » .....	0,22	0,65
T, » » » » .....	9,7	14,0

A sua composição química total, trocável e da fração coloidal é apresentada no quadro 4. Apesar de se inferir que haja teor potencial (diferença entre o total e o trocável), êle é baixíssimo, não havendo reservas para as plantas. Todos os teores totais são baixos e se mantêm com certa constância em todo o perfil.

Nas relações moleculares apresentadas no quadro 2, verifica-se que a relação  $SiO_2/Al_2O_3$  no total decresce em profundidade, em virtude da diminuição da sílica e do aumento da alumina. Na fração coloidal, ela diminui na última camada, mas a diferença é pequena para apresentar significância. O mesmo se repete para a relação sílica-sesquióxidos. Com referência à relação alumina/óxido de ferro, o total apresenta um crescimento em profundidade, havendo, aparentemente, uma migração de alumina para o C; o mesmo fenômeno aparece na fração coloidal, porém diminui na camada *d* (horizonte B<sub>2</sub>). Se há aumento naquela

(7) Teor solúvel em solução com ácido oxálico + oxalato de potássio de 5 amostras.

Quadro 4. — Composição química do solo da série Feital, perfil 742

Oxidos	Teor total — camadas			Teor trocável — camadas			Composição da argila — camadas		
	a	d	f	a	d	f	a	d	f
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub> .....	70,00	69,00	66,00	—	—	—	33,00	33,00	32,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,00	17,90	19,80	—	—	—	37,10	37,20	39,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,00	4,00	4,40	—	—	—	8,80	9,20	8,60
K <sub>2</sub> O .....	0,10	0,09	0,10	0,0113	0,0052	0,0047	—	—	—
Na <sub>2</sub> O .....	0,07	0,07	0,06	n. d.	n. d.	n. d.	—	—	—
Mg <sub>2</sub> O .....	0,12	0,10	0,10	0,0002	0,0002	0,0002	—	—	—
CaO .....	0,30	0,30	0,22	0,0079	0,0053	0,0050	—	—	—
MnO .....	0,07	0,07	0,07	—	—	—	tr	tr	tr
TiO <sub>2</sub> .....	0,90	1,00	0,90	—	—	—	1,90	1,80	1,70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,06	0,06	0,05	0,0002	0,0002	0,0002	—	—	—
H <sub>2</sub> O- .....	1,60	1,60	1,30	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O+ .....	7,50	7,10	6,80	—	—	—	16,30	15,40	15,00
Soma .....	100,32	101,29	99,80	—	—	—	—	—	—

camada, mas na fração coloidal diminuiu em relação ao ferro, é porque essa alumina passou para a parte não coloidal. A relação alumina/óxido de titânio aumenta em ambos, indicando que o fenômeno de aumento da alumina em relação ao titânio se processa na fração coloidal.

Os cálculos efetuados pela análise do total e da fração argila e pelo teor de argila do solo, para estudar a posição da alumina livre, não podem ser efetuados para o horizonte  $B_2$ , em virtude da presença de quartzo em dimensões coloidais. A alumina encontra-se na camada  $a$  ( $A_{1p}$ ) distribuída com 12,99% do teor total do solo na fração argila e 2,61% nas demais. Nessa mesma ordem, as porcentagens na camada  $d$  ( $B_2$ ) são 15,81 e 2,09, e na camada  $f$  ( $C_1$ ), 17,20 e 2,60. Estes dados sugerem migração da parte coloidal em profundidade, enriquecendo os horizontes inferiores. Analisando-se a alumina da fração coloidal para as camadas  $a$  e  $g$ , nota-se que o teor de alumina, em relação ao total do solo, apresenta-se, na primeira camada, com 9,81% ligada à sílica para formar minerais de argila e 3,18 livre. Na última camada, na mesma ordem, estão 12,03 e 5,17%. Essa alumina livre corresponde à gibsita determinada por raios X.

Com base ainda nos cálculos acima, verifica-se que na camada  $a$  o ferro está com 3,08% do teor total do solo na fração coloidal e 0,92% nas frações maiores; para a camada  $d$ , essas porcentagens são 3,91 e 0,99 e na  $f$  3,72 e 0,62, respectivamente. O ferro da fração argila está pelo menos em parte, na forma de goethita, como foi determinado pela análise dos raios X. É de notar que na camada  $d$  não existe esse mineral e a porcentagem do ferro é pequena. Nesse solo e em outros da região, o ferro encontra-se, na maior parte, na fração coloidal, e muito pouco segregado em partículas maiores.

Os mesmos cálculos, aplicados ao óxido de titânio, indicam que ele se encontra, na camada  $a$ , com 0,67% do teor total do solo na fração coloidal e 0,23% nas frações maiores que argila; na camada  $d$ , com 0,77 e 0,23%, e, na camada  $f$ , com 0,75 para 0,15%. O  $TiO_2$  encontra-se em profundidade em maior quantidade na fração coloidal, talvez resultante de maior desidratação na superfície.

Moniz, no relatório das análises dos raios X, indica que o mineral de argila encontrado é a caulinita e outros constituintes são a gibsita e

goethita, existentes em todos os horizontes, mas em menores porcentagens. O quartzo encontra-se em quantidades mínimas na camada d, indicado pela pequena intensidade da linha de 3,36 Å.

HORIZONTE A			HORIZONTE D			HORIZONTE F		
d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (8)	d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (8)	d/n (Å)	Inten- sidade	Mine- ral (8)
7,22	9	C	7,20	10	C	7,22	8	C
4,85	1	Gib	4,85	3	Gib	4,85	3	Gib
4,46	10	C	4,46	8	C	4,44	10	C
4,15	9	C	4,15	8	C	4,15	9	C
3,59	10	C	3,85	8	C	3,58	8	C
2,66	1	Goe	3,33	3	Q	2,66	1	Goe
2,57	4	C	2,66	2	Goe	2,57	4	C
2,51	4	C	2,56	4	C	2,50	5	C
2,42	5	Goe	2,49	4	C	2,41	5	Goe
2,34	5	C	2,40	5	Goe	2,34	5	C
2,31	3	C	2,34	5	C	2,30	3	C
1,671	2	C	1,682	3	C	1,691	4	?

### 5.3 — CLASSIFICAÇÃO

O pequeno desenvolvimento do B e um A proeminente, alta porosidade e um A<sub>3</sub> com pequeno adensamento coloca êste solo no mesmo agrupamento que o das séries Pinhão, Pinda (4) e Ipiranga e pertencentes à subordem Latossolo.

### 6 — CONCLUSÃO

As características gerais dos Latossolos são encontradas nas três séries estudadas. Possuem o horizonte A profundo, friável, com estrutura subangular na superfície, passando a maciça, ou com estrutura mal definida, em profundidade. Os limites de transição, exceto o A<sub>1p</sub>, são graduais a difusos, separando o B colorido, com pouco acúmulo de argila.

São solos depauperados em nutrientes químicos, devendo, qualquer plano agrícola, corrigir o pH e os níveis de fertilidade.

(8) C: caulinita; Bib: gibsita; Goe: goethita; Q: quartzo.

Nestas séries o mineral de argila dominante é a caulinita, associada à gibbsite, goethita. Em um único caso associava-se, também, um mineral com estrutura da mica.

Êstes solos são barrentos em todo perfil, ou argilosos em profundidade; porém a argila varia próximo do limite da classe barrenta para argilosa.

#### MONOTYPICAL SERIES OF TAUBATÉ BASIN

#### 4 — IPIRANGA, CORUJA AND FEITAL

#### SUMMARY

This paper reports a study of three soil series occurring in the Taubaté basin, located at Rio Paraíba Valley, and it characterizes them from chemical, morphological and genetic points of view.

The Ipiranga series develops in sandy-clay sediments of the tertiary period on slightly undulated topography. They are friable soils with a deep A horizon in relation to the B and the surface layers of coloration 10 YR become reddish in depth (7.5 YR). They are acid and they have small contents of total and exchangeable bases. The  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ratio in clay fraction is around 1.6. Kaolinite is the dominant clay mineral but one of mica structure is found at surface. It is possible that sediments from pre-Cambrian formation were settled in recent periods of time.

The Coruja series occurs at a lower position where water influence is noted, although not being considered as of moderate drainage. Its origin is of sandy-clay sediments of tertiary period and of yellow color in its whole profile (10 YR). Its B horizon cannot be considered textural or colored, and the deep A horizon is remarkable. The soil is exhausted in exchangeable or total bases and its use in agriculture should depend on liming and fertilizers to improve the levels of plant nutrients. The clay fraction is dominantly built up by kaolinite with small content of goethite and gibbsite.

The Feital series follows the properties of the other two, having a deep A, and a colored B horizon. This series differs from the others on account of the depth, color and clay texture in the B. It is a porous, very acid soil and with low contents of exchangeable or total bases. In the clay fraction the most important clay mineral is kaolinite, with gibbsite, goethite and quartz (in a layer).

#### LITERATURA CITADA

1. AB'SABER, A. N. & BERNARDES, N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. Eng., Mineraç. e Metal 24:284-292. 1956.
2. KELLOG, C. E. Tropical Soils. In International Congress of Soil Science. Amsterdam, 1950. Transactions V 1:(1)-11. (Reprint).

3. MEDINA, H. P. Novas considerações sobre a classificação granulométrica. Tese apresentada no VI Cong. Bras. de Ciência do Solo, Salvador, Bahia, 1947. [A publicar].
4. VERDADE, F. C., HUNGRIA, L. S. Séries Monotípicas da Bacia de Taubaté. 1 — Pinhão e Pinda. *Bragantia* 21:|297|-324. 1962.
5. \_\_\_\_\_ Séries Monotípicas da Bacia de Taubaté. 3 — Haras e Tumirim. *Bragantia* 22:|169|-192. 1963.
6. \_\_\_\_\_, RUSSO, R. (e outros). Solos da Bacia de Taubaté (Vale do Paraíba). *Bragantia* 20:|43|-322. 1961.
7. WUTKE, A. C. P., SCHMIDT, N. C., AMARAL, A. Z. (e outros). Disponibilidade de fosfatos naturais em função do pH do solo. *Bragantia* 21:|271|-284. 1962.