

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de S. Paulo

Vol. 22

Campinas, março de 1963

N.º 16

SÉRIES MONOTÍPICAS DA BACIA DE TAUBATÉ

3 — HARAS E TUMIRIM (1)

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

RESUMO

A série Haras representa um solo da subordem hidromórfica, Grande Grupo Bog, ou, pela modificação recente, da ordem Histosol. Caracteriza-se pelo acúmulo, no mínimo até 1 metro de profundidade, de restos orgânicos do tipo "muck". É encontrada nas pequenas bacias da formação terciária como em grandes extensões, nas várzeas do Rio Paraíba.

O perfil do solo é simples, diferenciando um horizonte superficial formado pelos agentes pedogenéticos e sucessões de camadas representadas pelo tipo de oxidação e estratificação dos materiais. O solo é normalmente representado por uma suspensão sólida, onde os fenômenos de abatimento são intensificados pelo uso. As análises de raios-X indicaram a presença de caulinita, algum quartzo de dimensões coloidais e, numa camada, gibsita juntamente com um mineral de estrutura da mica.

A série Tumirim representa um solo considerado como intermediário entre um Grande Grupo da subordem Latossolo, não definido e o Vermelho-amarelo podzólico. É derivado de sedimentos cenozóicos, argilitos variegados e de ocorrência limitada.

O perfil apresenta-se bastante argiloso, pouco profundo, com os horizontes A, B, C e D. A análise química total e dos trocáveis revela que o solo é deficiente em magnésio, diferentes de outros solos já estudados nesta formação geológica. As relações moleculares do total indicam constância da Al_2O_3/Fe_2O_3 e diminuição da SiO_2/Al_2O_3 em profundidade. A última relação, na fração argila, está na ordem de 2,1 e é constante no perfil, o que se explica pela presença de quartzo em tamanhos inferiores a 0,002 mm de diâmetro. O raio-X revelou a presença de caulinita e um mineral da estrutura da mica no horizonte B, provavelmente ilita.

1 — INTRODUÇÃO

A sedimentação Cenozóica na Bacia de Taubaté possui uma camada de argilitos, de cores variegadas, próxima à superfície, estratificada horizontalmente e só localmente perturbada por fenômenos de acomodação.

(1) Recebido para publicação em 15 de janeiro de 1963.

Ela não é contínua, encontrando-se praticamente ausente entre Pindamonhangaba e Aparecida, na margem direita do Rio Paraíba.

O argilito foi recoberto por outros sedimentos menos argilosos, mas a moldagem do relêvo atual expôs em muitos lugares áreas relativamente extensas desses materiais. Foi observado que os fenômenos pedológicos, atingindo as profundidades de mais de 1,5 m nesse material, produziam a série Ronco (14), enquanto que nos solos rasos era encontrada a série Tumirim.

Nas áreas em que êle se encontra à superfície ou à pequena profundidade, a pouca permeabilidade do argilito trouxe, como conseqüência, uma extensa rede de drenagem. Contrasta imediatamente com outras áreas do Estado, com relêvo ondulado, onde tal densidade de canais não é encontrada. Nas pequenas bacias de recepção é comum encontrarem-se solos orgânicos caracterizados pelas séries Haras, Orvalho e Leitosa.

Além das ocorrências dentro da formação terciária, os solos orgânicos são encontrados dentro da planície aluvial do Rio Paraíba, em grandes extensões. A formação desses solos em várzeas é fenômeno comum, mas as áreas de ocorrência no Paraíba apresentam ainda pontos obscuros quanto à gênese.

No presente trabalho estudamos a formação, propriedades químicas e físicas das séries Haras e Tumirim.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

A série Haras foi caracterizada pelos perfis 758, 788 e 817, cujas descrições morfológicas, algumas propriedades físicas e químicas foram apresentadas em outro trabalho (14). Os perfis 743, 768 e 771, pertencentes a série Tumirim, também se encontram naquele trabalho.

Os métodos de coleta de amostras compostas para fins de fertilidade, as análises dos raios-X e as espectrográficas já foram descritos em outro trabalho (11).

3 — SÉRIE HARAS

Seu nome origina-se da denominação local da Estação Experimental da Produção Animal, em Pindamonhangaba, onde primeiro foi encontrada (14).

3.1 — FATORES DE FORMAÇÃO

Dentro da formação terciária as cabeceiras de erosão, largas, de pequena profundidade e baixa declividade, propiciam o desenvolvimento de vegetação pantanosa, onde se acumulam os restos orgânicos com baixa contribuição de material mineral. Esse sedimento sofre decomposição parcial, formando "muck", que define a série Haras quando atinge mais de 1 metro de profundidade (14). O levantamento detalhado da Estação Experimental da Produção Animal (15) apresenta a distribuição desses solos, que normalmente, se encontram formando complexos com as séries Orvalho e Leitosa.

O desligamento dos meandros do Rio Paraíba, formando os "braços mortos", também a pode gerar. O assoreamento final do "braço morto" torna-se pequeno e a vegetação pantanosa é a maior fonte de material para as deposições.

Dentro da planície aluvial do Rio Paraíba, encontram-se as maiores áreas conhecidas de solos orgânicos para o Estado. Essas áreas estão assinaladas na figura 1, extraídas do Levantamento de Solos dos Municípios de Jacareí e São José dos Campos (13). Para a jusante elas diminuem em tamanho e distribuição e praticamente desaparecem após a cidade de Pindamonhangaba. A série Haras é de menor ocorrência, dominando outra série orgânica, Avareí, solo em que o "muck" se entremeia com camada de turfa.

A formação de solos orgânicos em planícies aluviais é comum, situando-se nas partes mais afastadas, onde as águas de inundação, decantadas na maior parte dos sedimentos minerais, propiciam o acúmulo da matéria orgânica. O serviço de sondagens para fins de irrigação e drenagem na bacia M₁, figura 1, indicou que a camada orgânica atinge de 5 a 10 m de profundidade (2).

Nenhum estudo foi feito para se determinarem as espécies vegetais que deram origem aos solos orgânicos. Restos de caule e outras partes lenhosas de plantas são encontradas até certa profundidade e indicam vegetação arbórea, pelo menos no estágio final do atulhamento orgânico. Nenhum resto de vegetação natural é encontrado para confirmar essa hipótese.

(2) L. S. Hungria, R. C. Cerne, Francisco Grohmann (e Outros). Sondagens no "Polder" de São José dos Campos. Campinas, 1962 (Datilografado).

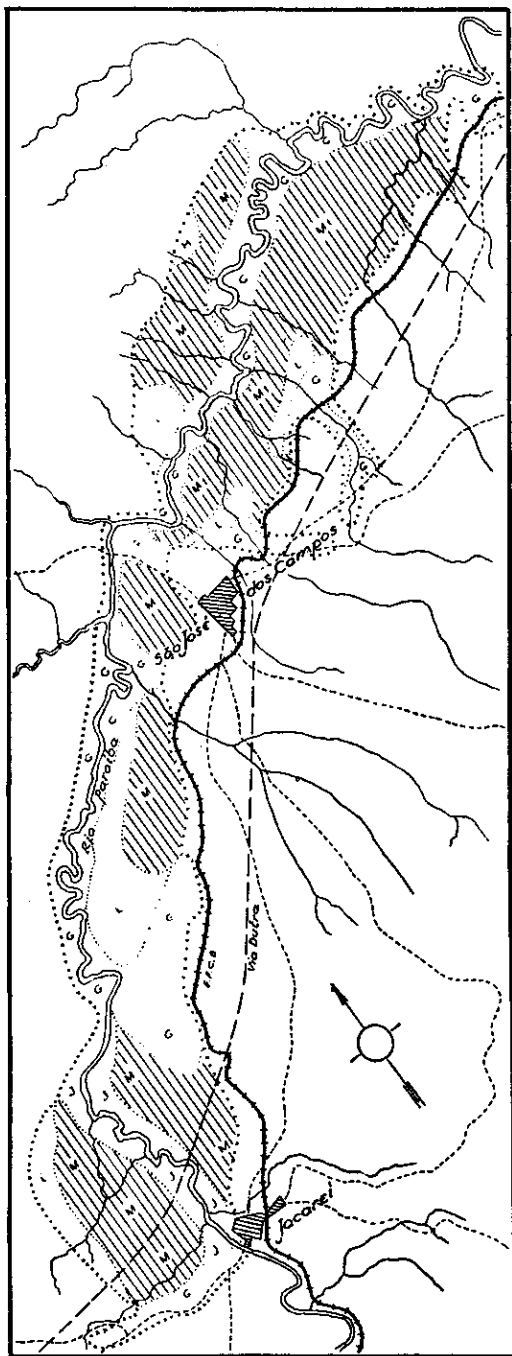


FIGURA 1. — Distribuição dos solos orgânicos, M, na planície aluvial do Rio Paraíba, entre Jacareí e próximo de Caçapava. A área M₁ foi estudada com detalhes.

Comumente o material orgânico se apresenta como massa gelatinosa e de ocorrência sempre em profundidade. Outras vezes o material castanho (em geral como turfa) enegrece em exposição ao ar, por oxidação de compostos de manganês e ferro.

Bailey (1), analisando uma coletânea de estudos sôbre a formação de solos orgânicos das regiões tropicais e semi-tropicais, observou que, geralmente, o acúmulo desses materiais ocorrem em condições de acidez, havendo necessidade de lavagem das bases para solos de pH alto. As nossas condições climáticas enquadram-se nas descritas por Bailey e, também todos os solos orgânicos são ácidos, porém, sempre desenvolvidos sôbre materiais dentro do campo de pH abaixo de 7.

3.2 — MORFOLOGIA E FÍSICA DO SOLO

As características morfológicas são simples e descritas nos perfis 758, 788 e 815, apresentados em outro trabalho (14). Não se encontram subdivisões em horizontes; observam-se, simplesmente, camadas produzidas por diferenciação de côr ou grau de decomposição do material, devido a maior ou menor oxidação. O perfil 815 representa a série quando em baixada dentro da formação terciária e os demais quando na planície aluvial do Paraíba. Não foram encontradas diferenças morfológicas que permitissem a separação em duas séries distintas, apesar das diferenças em ocorrência.

Os fatores pedogenéticos diferenciaram a camada superficial de 20 cm, onde se formou estrutura granular e material pulverizado de côr 7,5 YR 2/0 (3) úmida e 2,5 Y 3/0 quando seca. Essa camada, pelo revolvimento, é geralmente homogênea e tem certo teor de argila quando irrigada, devido à sedimentação de matéria mineral. Na época das secas ela é submetida à erosão eólica, quando não vegetada, fenômeno intensificado na aração.

Na textura pelo tato foi introduzida a expressão de "limosa de matéria orgânica", para definir a sensação produzida por êsse material, muito parecida com a produzida pelo limo, faltando, porém, sua plasticidade e pegajosidade. Não foi utilizada o diagrama de classificação granulométrica de Medina (4), nem a análise mecânica, porque só tem eficiência nos solos minerais.

(3) Côres obtidas pela "Munsell Soil Color Chart".

O abatimento do solo, pelo uso, não foi medido, porém, deve ocorrer por toda a bacia orgânica. Medina e Grohmann (4) notaram alta contração nos anéis volumétricos, retirados dos perfis para determinação da massa específica aparente.

O abatimento do solo em zonas orgânicas já é conhecido, como cita Powers (7) numa coletânea de observações desse fenômeno, indicando que em 10 anos o solo cedera em 60 cm. Algumas causas do abatimento são indicadas por Weir (16) como a geológica, compactação pelo manêjo do solo, contração por secagem, oxidação, queima e erosão eólica. Clayton (3) registra que na Flórida o abatimento foi da ordem de 1,5 m (5 pés) em 20 anos, rápido no início e lento nos últimos anos de observação.

Outro fenômeno também anotado é a irreversibilidade à umectação de certas camadas após a secagem em estufa a 50-60° C, como é indicada para os perfis 744 e 789 de outro trabalho (14). O fogo registrado por alguns autores acima citados, é um perigo para sua conservação. Foi de ocorrência relativamente comum no Vale do Paraíba na época da seca; mas como prática para mobilizar os elementos nutrientes de plantas e processo fito-sanitário, está praticamente abolido.

A baixa permeabilidade dos solos orgânicos ainda não foi medida, porém, tem sido registrada nos serviços de sondagens e de drenagem (5).

Os solos apresentam baixa massa específica aparente, menor que 0,3, fazendo exceção a superfície, que gira em torno de 0,5. O seu principal constituinte, em condições de campo, é a água, visto a matéria sólida constituir de 8 a 35%, como exposto na figura 2. É uma suspensão bem caracterizada nas camadas inferiores do perfil. Clayton (3), em "bogs" da Flórida, achou 20 a 25% da matéria sólida, a qual possuía somente 10% de cinza sobre a turfa seca, teor mais baixo que os da série Haras, que variam em cinza de 29 a 40% nas camadas profundas e 50% na camada superficial.

Em virtude da completa dominância de tons griseos no material seco e pretos no úmido, não se procurou estudar a amplitude de variação da cor para esta série.

(4) Informação verbal.

(5) Trabalhos em execução por F. Grohmann e H. P. Medina, do Instituto Agrônomo.

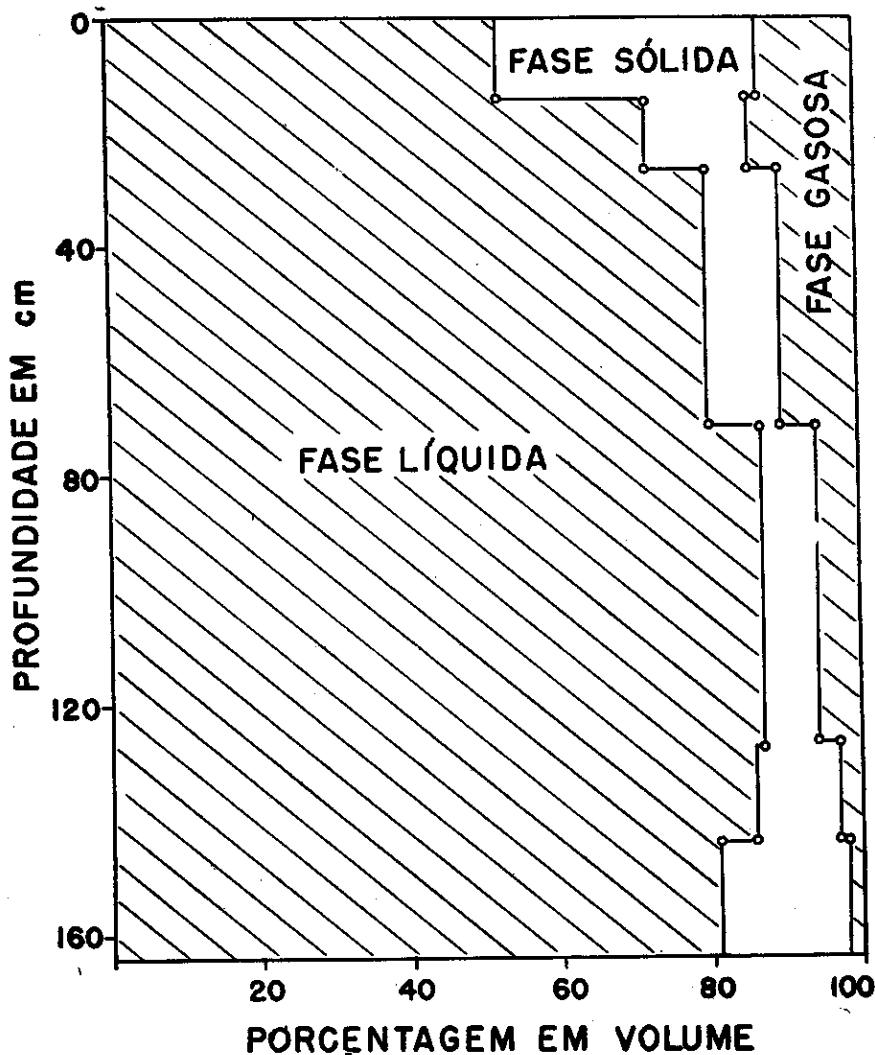


FIGURA 2. — Fases sólida, líquida e gasosa na série Haras, perfil 758.

3.3 — COMPOSIÇÃO QUÍMICA

As propriedades químicas gerais foram apresentadas em outro trabalho (14). No quadro 1 encontram-se a composição total, os teores trocáveis e a composição da argila (depois de eliminada a matéria orgânica pela água oxigenada), para as camadas *a*, *c*, e *f* do perfil 758. Quanto a este tratamento, a água oxigenada foi eficiente na camada *a* (0-

QUADRO 1. — Composição química trocável, total e da fração argila nas camadas *a*, *c* e *f*, da série Haras

Óxidos	Composição total			Composição em teor trocável ⁽²⁾			Composição da fração argila		
	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>
	0 a 15 cm	27 a 72 cm	144 a 154 cm	0 a 15 cm	27 a 72 cm	144 a 164 cm	0 a 15 cm	27 a 72 cm	144 a 164 cm
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO ₂	28,00	6,30	34,30	n. d.	n. d.	n. d.	39,80	15,60	40,40
Al ₂ O ₃	9,70	4,60	32,40	n. d.	n. d.	n. d.	28,60	14,40	41,20
Fe ₂ O ₃	1,40	0,50	1,40	n. d.	n. d.	n. d.	1,60	1,20	2,00
K ₂ O	0,45	0,14	1,29	0,0678	0,0083	0,0226	n. d.	n. d.	n. d.
Na ₂ O	0,13	0,09	0,17	0,0580	0,0037	0,0078	n. d.	n. d.	n. d.
MgO	0,17	0,15	0,17	0,0073	0,0056	0,0095	n. d.	n. d.	n. d.
MnO	tr	tr	tr	0,0028	tr	tr	tr	tr	tr
CaO	0,40	0,40	0,22	0,1643	0,0322	0,0353	n. d.	n. d.	n. d.
TiO ₂	0,40	0,20	0,70	n. d.	n. d.	n. d.	1,30	0,60	0,30
P ₂ O ₅	0,25	0,11	0,06	0,0495	0,0031	0,0090	n. d.	n. d.	n. d.
K ₂ O ⁻	9,00	10,50	3,80	n. d.	n. d.	n. d.	2,10	3,00	2,20
H ₂ O ⁽¹⁾	49,90	77,00	25,20	n. d.	n. d.	n. d.	26,00	65,10	13,30
Total	99,80	99,99	99,71	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

(¹) Perda ao rubro.

(²) Em terra fina seca na estufa.

-15 cm), deixando um produto final de coloração cinza-clara. Na camada *c* (27-72 cm), quase não foi eliminada a matéria orgânica, provavelmente porque as substâncias estavam em estado muito avançado de decomposição, com enriquecimento de carbono, impedindo oxidação eficiente. Na camada *f* (127-164 cm), organomineral, houve a eliminação quase total da matéria orgânica, deixando um produto branco. As argilas extraídas desses materiais foram submetidas às análises químicas e de raios-X.

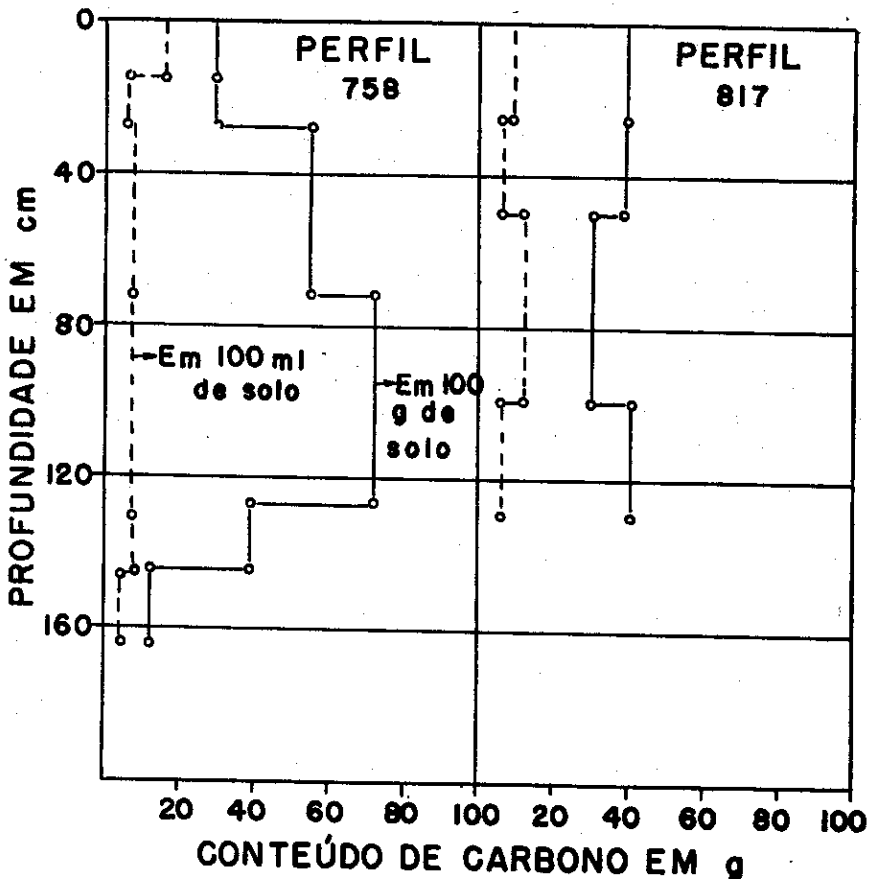


FIGURA 3. — Variação do conteúdo de carbono com a profundidade na série Haras, em relação ao peso e volume de solo.

Os resultados analíticos do teor de carbono (e nitrogênio) para os três perfis, são elevados quando computados em relação a 100 g de material seco na estufa a 105-110° C, porém levando-se em consideração a massa específica aparente pelo processo dos anéis e em condições natu-

rais (5), êsse teor dilui-se bastante ao ser calculado para 100 ml, como é indicado no quadro 2. Infere-se que as diluições dos materiais são elevadas, pois a maior parte do espaço é ocupado pela água. Êsse fenômeno é menos geral para a superfície, onde diversos fatores, já apontados, tendem a concentrar a parte sólida.

A bacia orgânica representa um equilíbrio, cujos fatores determinantes devem ter só pequenas oscilações que, ultrapassadas, produzem o rompimento dêsse equilíbrio. A drenagem, por exemplo, deve ser muito controlada, para não produzir um forte abatimento no solo.

Dadas as condições especiais de massa específica aparente e os dados analíticos se referirem a amostras secas a 50-60° C, a significância dos elementos químicos trocáveis deve ser encarada frente ao pequeno pêso de matéria sólida. A representação em 100 g de material confere a êstes solos teores elevados, porém como a planta explora volume de solo, a significância das relações em 100 g é muito pequena. No quadro 2 encontram-se as representações em 100 g e 100 ml de solo para alguns dos elementos nutrientes de plantas. Sòmente na camada superficial os teores da representação em pêso se aproxima mais da volumétrica devido a sua massa específica aparente ser maior que nas camadas profundas.

A série Haras apresenta teores de bases totais próximos dos demais solos já estudados (11, 12) ou da série Tumirim. As bases alcalinas e o MgO são menores mas o CaO apresenta-se com teor semelhante. Quanto ao fósforo, o solo orgânico é sempre mais rico.

O material solo possui nutrientes em forma não trocável como se pode ver comparando o teor com o trocável. Sòmente o de CaO da superfície se aproxima bastante do total. A queima dêste solo, aumentando sua produtividade, pode ser explicada pela liberação de nutrientes de plantas, além das ações profiláticas, sôbre pragas e moléstias.

As relações moleculares do total estão apresentadas no quadro 3. Verifica-se que a relação Al_2O_3/Fe_2O_3 aumenta em profundidade, indicando uma migração em profundidade do óxido de alumínio, exceto no caso das deposições iniciais conterem mais óxidos de alumínio e representarem simples fenômeno de estratificação diferencial. No caso da relação SiO_2/Al_2O_3 , os mesmos fenômenos acima apresentados ocorrem para o Al_2O_3 . Êste fato se reflete na relação SiO_2/R_2O_3 .

A fração coloidal apresenta a relação Al_2O_3/Fe_2O_3 decrescendo para a camada intermediária e aumentando após. Comparando com a relação do total, temos que admitir que parte do alumínio total não está na fração para se diferenciar da forma apresentada. Quanto à relação SiO_2/Al_2O_3 , segue o mesmo sentido da total, isto é, há deslocamento de Al_2O_3 em profundidade. A relação SiO_2/R_2O_3 segue o mesmo fenômeno do SiO_2/Al_2O_3 .

É necessário assinalar a alta relação Al_2O_3/Fe_2O_3 no total e na

QUADRO 2. — Relações entre as representações em 100 g de terra fina, seca na estufa (T. F. S. E.), e 100 ml de solo natural no perfil 758 — Dados em e. mg.

Dosagem	Camadas e Profundidades											
	a — 0 a 15 cm		b — 15 a 27 cm		c — 27 a 72 cm		d — 72 a 127 cm		e — 127 a 144 cm		f — 144 a 164 cm	
	Em 100ml T.F.S.E.	Em 100g T.F.S.E.	Em 100ml de solo	Em 100g T.F.S.E.	Em 100ml de solo	Em 100g T.F.S.E.	Em 100ml de solo	Em 100g T.F.S.E.	Em 100ml de solo	Em 100g T.F.S.E.	Em 100ml de solo	Em 100g T.F.S.E.
Ca ⁺⁺	5,86	1,82	0,36	1,15	0,21	0,63	0,06	2,15	0,41	1,26	0,48	
Mg ⁺⁺	0,36	0,20	0,04	0,28	0,04	0,18	0,02	0,44	0,08	0,47	0,18	
K ⁺	1,44	0,21	0,04	0,07	0,01	0,21	0,02	0,68	0,11	0,48	0,18	
Na ⁺	1,87	0,30	0,06	0,12	0,01	0,20	0,02	0,55	0,10	0,25	0,09	
Al ⁺⁺⁺	17,1	16,9	3,4	10,3	1,3	8,6	0,90	33,5	6,33	15,3	5,81	
H ⁺	101,9	86,8	17,36	67,4	8,8	57,7	6,8	118,0	22,42	44,4	16,87	
T	128,5	106,2	14,1	79,8	10,4	67,4	6,7	155,02	29,45	62,16	23,62	
PO ₄ ⁻³	2,09	0,21	0,04	0,13	0,02	0,23	0,02	1,19	0,23	0,38	0,14	

QUADRO 3. — Relações moleculares nas séries monotípicas Haras e Tumirim

Séries	Camadas	No teor to al			Na fração coloidal		
		$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3^{(1)}}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
Haras	a	10,9	4,9	4,5	28,0	2,4	2,3
	c	14,4	2,3	2,2	18,8	1,8	1,7
	f	36,7	1,8	1,7	32,3	1,66	1,6
Tumirim	a	3,9	4,3	3,4	4,7	2,1	1,8
	d	3,6	3,6	2,8	4,7	2,1	1,7
	f	4,1	2,9	2,4	6,0	2,1	1,8

(1) R_2O_3 corresponde a $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$.

fração argila. Acreditamos que seja devido à remoção do ferro, solubilizado pela matéria orgânica.

Moniz ⁽⁶⁾, em seu relatório das análises de raios-X, diz que o mineral constante nas três camadas é a caulinita. O quartzo, em quantidades mínimas, foi identificado nas camadas *a* (0-15 cm de profundidade) e *c* (27-72 cm). A gibsita e um mineral com estrutura de mica foi detectado na camada *f* (127-164 cm).

Os valores dos espaçamentos interplanares determinados a partir da leitura dos difratogramas, são os apresentados no quadro 4.

A presença de gibsita em profundidade explica, portanto, a diminuição em profundidade da relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, pelo acúmulo do óxido de alumínio. A presença de um mineral com estrutura de mica pode ser explicada por estar o solo localizado na várzea do Paraíba e a sedimentação da camada *f* ocorrer juntamente com alúvio micáceo. Em vista das condições reinantes, altamente redutoras e propícias a fortes solubilizações, é estranho que pudesse ter mantido tal mineral.

A estimativa dos elementos no perfil 758 por espectrografia encontra-se na região abaixo, eliminando-se os determinados por via química ⁽⁷⁾.

ELEMENTOS	Camada <i>a</i>	Camada <i>c</i>
B	-----	-----
Cu	+++++	+++++
Ni	++	++
Mn	+++	+++
Pb	++	+
Ga	+++	++
Cr	+++++	+++++
Sr	-----	-----

É interessante notar que, nestes solos orgânicos, Cu e Cr apresentam-se em teores altos e os demais elementos, em quantidades mínimas.

3.4 — CLASSIFICAÇÃO

Os solos orgânicos pertencem à ordem intrazonal, subordem hidromórfica, Grande Grupo de Solo Bog, segundo a classificação apresentada por Baldwin, Kellog e Thorp ⁽²⁾ ou sua modificação de Thorp e Smith ⁽¹⁰⁾. Segundo uma nova classificação, estes solos pertencem à ordem Histosol ⁽⁹⁾.

(6) Antônio Carlos Moniz, técnico da Seção de Agrogeologia.

(7) ----- sem sensibilidade; + traços leves; ++ traços; +++ teor baixo; ++++ teor regular; +++++ teor muito baixo.

Quadro 4. — Valores dos espaçamentos interplanares d (d/n Aº), determinados a partir da leitura dos difratogramas em amostras das camadas a, c e f da série Haras

d/n (Aº)	CAMADA A (0 - 15 cm)		CAMADA C (27 - 72 cm)		CAMADA F (127 - 164 cm)		Mineral(*)
	Intensidade	Mineral(*)	d/n (Aº)	Intensidade	d/n (Aº)	Intensidade	
7,22	8	C	7,25	5	7,20	8	C
4,46	10	C	4,48	9	4,88	1	G
4,30	7	C	4,17	10	4,47	10	C
4,13	6	C	—	—	3,59	9	C
3,58	9	C	3,60	7	3,36	3	M
3,36	4	Q	3,36	5	3,22	2	M
2,56	5	C	2,57	4	2,57	6	C-M
2,50	4	C	2,50	3	2,51	4	C
2,38	3	C	2,39	2	2,39	3	C
2,34	4	C	2,34	3	2,34	5	C
2,30	2	C	2,31	2	2,31	3	C
1,991	2	C	2,00	1	2,25	1	M
1,682	1	?	1,694	2	2,13	1	M
1,662	2	C	1,670	2	1,987	1	M-G
					1,790	1	C
					1,665	3	C

(*) C — caulinita; Q — quartzoz; G — gibezita; M — estrutura de mica.

Utilizando-se as definições de "muck" e turfa segundo o manual (8), estes solos são formados pelo primeiro produto, até 1 metro de profundidade, definindo a série Haras. Nela a contribuição de argila é pequena, não se fazendo notar quando a textura é determinada pelo tato. Pelas razões expostas em outro trabalho (14), o conceito da série é de monotípica, tendência, aliás, de outros países que eliminaram o conceito de politípica (9).

4 — SÉRIE TUMIRIM

A série recebeu o nome de uma gleba existente na Estação Experimental da Produção Animal, em Pindamonhangaba (3). Foi estudada pelos perfis 743, 768 e 771.

4.1 — FATORES DE FORMAÇÃO

O material original é argilito da formação terciária, com estratificação praticamente horizontal. Apresenta-se com colorações variegadas de amarelo, vermelho, violáceo, branco, etc. Normalmente é encontrado sotoposto a materiais mais grosseiros, porém, a erosão expõe o argilito, dando formação aparentemente a duas séries. A primeira, Tumirim, pode ser interpretada como sendo um solo mais jovem, enquanto a Ronco, um solo mais maduro. Parece, contudo, que a diferenciação é mais quanto à argilosidade do material, propiciando um desenvolvimento maior na segunda que na série Tumirim. Esta apresenta o argilito antes de um metro, enquanto que a série Ronco tem o argilito à profundidade de dois ou mais metros. Outras diferenciações morfológicas também são encontradas nessas séries.

Sua distribuição não é generalizado por todo o Vale do Paraíba. A sedimentação do argilito ocorreu em certas faixas e dentro da área coberta pelo levantamento (Taubaté até Lorena), verificou-se sua ausência na margem direita do Rio Paraíba.

A topografia da ocorrência é sempre ondulada a fortemente ondulada. Surge mais nas bordas dos grandes canais de drenagem, formados pelos córregos e ribeirões. Não se associa normalmente a outros solos, ocorrendo esparsamente. Apresenta boa drenagem externa e, quase sempre, drenagem interna deficiente, traduzida pelo mosqueamento, muito mascarado pelas colorações variegadas do argilito.

Foram solos florestados, porém, não se encontrou nenhum deles atualmente coberto com vegetação arbórea. Em geral encontram-se em regime de pasto de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e raramente com culturas.

O clima de ocorrência é o já descrito em trabalho anterior (14).

4.2 — MORFOLOGIA E FÍSICA DO SOLO

Os três perfis colhidos apresentaram um horizonte A_{1p} com espessura de 10-13 cm, um A_3 de 12 a 16 cm, B_1 (que pode estar ausente) de 14 cm e B_2 de 17 a 30 cm. Pode existir um B_3 , mas notam-se, já a partir do B_2 , algumas manchas de argilito, que dominam completamente a massa a 1 metro de profundidade. A camada C, presente, está sempre impregnada de restos de argilito.

As colorações do solum (A + B) são sempre 10 YR, com um valor até 4 e croma entre 2 e 4. Estas cores são modificadas pelas do variegado ou mesmo mosqueamento, em profundidade.

A distribuição da argila em profundidade é apresentada na figura 3. Nota-se que a distribuição da argila é diferente para os demais solos já estudados (11, 12), pois ela sempre cresce em profundidade enquanto nos últimos há um pequeno acúmulo no horizonte B. O perfil 743 apresenta uma camada B_3 onde a textura, tornando-se grosseira, dá a impressão da existência de um horizonte B textural, porém, acredita-se que seja um ciclo de deposição diferente, isto é, uma causa puramente litológica. A zona de máxima quantidade de argila é camada tipicamente de material original e, portanto, sem possibilidade de definir um horizonte B. Nestes solos ocorrem, comumente, bolsões de argilas bentônicas, já estudadas por Paiva (5), sendo possível que as argilas de estrutura 2:1 tenham sido destruídas para formar caulinita, com diminuição do teor de argila para as camadas superficiais. A análise dos raios-X, apresentando má cristalização dos minerais e a presença de mineral com estrutura de mica nas camadas mais profundas, vêm em abono dessa idéia.

A estrutura do solo é granular na superfície a subangular, em profundidade, ambas fortemente desenvolvidas. A topografia é plana e o limite dos horizontes é claro no enriquecimento de matéria orgânica e gradual a difuso nos demais.

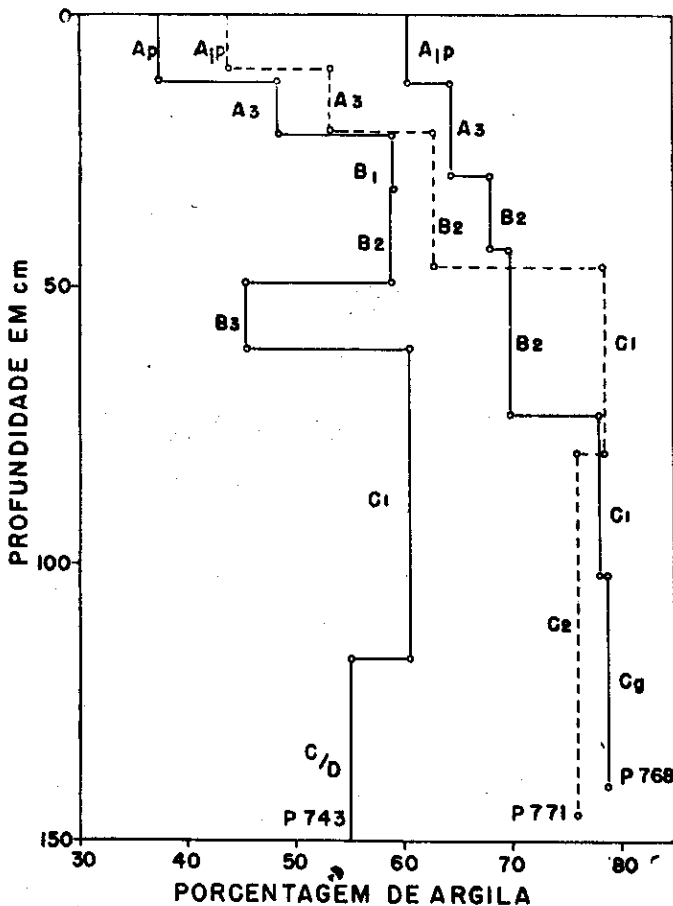


FIGURA 4. — Distribuição da argila na série Tumirim.

4.3 — COMPOSIÇÃO QUÍMICA

O estudo foi realizado na parte total e na fração argila, nas seguintes camadas do perfil 768: *a*, horizonte A_{1p}, 0-13 cm de profundidade; *d*, horizonte B₂, 43-73 cm de profundidade; *f*, horizonte C_g, profundidade de 102-130 cm.

Dada a sua menor ocorrência, não foram feitos estudos para avaliar a fertilidade. Dos dados apresentados no levantamento de reconhecimento infere-se que são solos muito ácidos, com altos teores de matéria orgânica e nitrogênio para as nossas condições, bons teores de potássio trocáveis e baixos de cálcio e magnésio. O índice de saturação é baixo, sendo altos os teores de H⁺ e Al⁺³ trocáveis.

QUADRO 5. — Composição da série monotípica Tumirim

Cáides	Composição total			Composição em teor trocável (%)			Composição da fração argila		
	a	d	f	a	d	f	a	d	f
	0 a 15 cm	27 a 72 cm	144 a 164 cm	0 a 15 cm	27 a 72 cm	144 a 164 cm	0 a 15 cm	27 a 72 cm	144 a 164 cm
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO ₂	51,00	49,00	45,00	n. d.	n. d.	n. d.	37,50	38,20	40,00
Al ₂ O ₃	20,10	23,30	25,90	n. d.	n. d.	n. d.	29,80	30,90	32,00
Fe ₂ O ₃	8,00	10,00	10,00	n. d.	n. d.	n. d.	10,00	10,40	7,60
K ₂ O	1,07	0,58	0,74	0,0193	0,0057	0,0188	n. d.	n. d.	n. d.
Na ₂ O	0,19	0,18	0,17	0,0037	0,0037	0,0028	n. d.	n. d.	n. d.
MgO	0,50	0,50	0,60	0,2848	0,0283	0,1537	n. d.	n. d.	n. d.
MnO	0,08	0,08	0,08	0,0059	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
CaO	0,50	0,30	0,28	0,0300	0,0087	0,0053	n. d.	n. d.	n. d.
TiO ₂	1,30	1,40	1,50	n. d.	n. d.	n. d.	1,50	1,50	1,40
P ₂ O ₅	0,11	0,08	0,05	0,0083	0,0076	0,0059	n. d.	n. d.	n. d.
H ₂ O ⁻	4,00	4,30	6,20	n. d.	n. d.	n. d.	5,10	5,80	7,90
H ₂ O ⁺	13,20	10,50	9,50	n. d.	n. d.	n. d.	15,40	12,60	10,80
Soma	100,05	100,22	100,02	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

(1) Terra fina seca na estufa.

A composição química total, como mostra o quadro 4, apresenta alto teor potencial para o potássio, médio para o sódio, cálcio e fósforo, enquanto que o magnésio se apresenta pouco na forma potencial. Esta ausência de magnésio no teor potencial é oposta aos solos já estudados e de boa drenagem (11), assemelhando-se mais aos solos de aluvião (12). As relações entre o teor total e o trocável, respectivamente para as camadas *a*, *d* e *f*, foram as seguintes: 1) K_2O , 55, 102 e 39; 2) Na_2O , 51, 49 e 61; 3) MgO , 1,8, 17,7 e 3,9; 4) CaO , 17, 35 e 53; 5) P_2O_5 , 14, 11 e 9.

Estando os teores solúveis de fósforo em níveis muito baixos e existindo pouco na forma não solúvel, é previsível alta deficiência desse elemento para as culturas.

A análise química total permite estabelecer as principais relações moleculares no solo, como é indicada no quadro 2. Verifica-se que o Fe, em relação ao Al, permanece praticamente constante no perfil como é revelado pela relação Al_2O_3/Fe_2O_3 . No que se refere à sílica, o alumínio é acumulado em profundidade, porque a relação sílica/alumina decresce em profundidade. O fenômeno pode ser explicado pela migração do alumínio da superfície para a profundidade, concentrando-se a sílica na superfície. Pode-se admitir, como já foi explanado, que os minerais de rêsse 1:2 se tenham destruído e parte da alumina tenha migrado para as camadas inferiores. Desde que o ferro praticamente acompanha o alumínio, êle também migra em profundidade. A relação $SiO_2/Fe_2O_3 + Al_2O_3$ também decresce em profundidade, o que reforça as conclusões tiradas anteriormente.

A análise total da fração argila, separada do solo, fornece dados interessantes quanto às relações moleculares. Na relação Al_2O_3/Fe_2O_3 ela se mantém constante nas duas primeiras camadas, aumentando na última. Pode indicar que parte maior do óxido de alumínio livre do solo esteja na forma de argila. A relação sílica/alumina é constante em todo o perfil e de valor 2,1, acima dos demais solos já estudados (11, 12). Essa relação está acima dos solos considerados lateríticos ou latossolos. A relação alta é explicada pela ausência de óxidos de alumínio livres ou em pequenas quantidades, a presença em duas camadas de quartzo de dimensões coloidais e a presença de um mineral de argila com estrutura 1:2, como é indicado pela análise dos raios-X.

A presença da sílica em dimensões coloidais, pode indicar uma origem secundária, colaborando com a hipótese de destruição de minerais de argila com estrutura 1:2.

A relação sílica/óxidos de ferro e alumínio acompanha as anteriores, com as mesmas inferências obtidas pela relação sílica/alumina.

A presença de minerais de rêsse 1:2 e quartzo de dimensões coloidais, não permitem estabelecer as quantidades de óxidos de alumínio e sílica

na fração coloidal, o que pode ser feito para o elemento ferro. Portanto, baseado na percentagem de argila do perfil 768 (14) e no teor de ferro na análise do total e da fração argila, chegando-se aos dados seguintes:

CAMADAS	Quantidades de Fe_2O_3	
	Na fração argila	Não argila
	%	%
a	6,1	1,9
d	7,3	2,7
f	6,0	4,0

Esses resultados permitem inferir que o ferro está na maior parte na fração coloidal e pouco na fração não argila, acompanhando o que ocorre nos solos bem drenados (11). É interessante notar que a quantidade de óxido de ferro na fração não coloidal aumenta em profundidade, parecendo indicar na superfície uma desagregação dos compostos no sentido de colóide.

Moniz, no relatório da análise dos raios-X, diz que “os difratogramas dos três horizontes apresentam-se com pequeno número de interferência e em forma de banda, indícios de má cristalização dos minerais presentes”. Outra prova desse arranjo estrutural deficiente consiste na impossibilidade de terminação inequívoca da fase cristalina do composto de ferro, cujos teores em Fe_2O_3 são da ordem de 7 a 10%, valores estes, a exemplo das amostras das séries Pinhão e Pinda (11), Dourada e Barro de Telha (12) da mesma região, suficientes para a identificação do mineral responsável pela presença desse elemento. O espaçamento 2,42 Å encontrado no horizonte A, pertencente provavelmente à goethita, mineral encontrado com frequência nos solos do Vale do Paraíba, é o único indício de mineral contendo ferro.

A caulinita foi identificada nos três horizontes e o quartzo, em pequena quantidade, nas camadas a e f. Um mineral com estrutura de mica foi determinado na camada d.

Os valores dos espaçamentos interplanares da caulinita (C), determinados a partir da leitura dos difratogramas, são os do quadro 6.

O mineral de estrutura da mica encontrado, provavelmente corresponde à illita, já assinalada por Paiva Neto, em solos do Vale do Paraíba (5).

A análise espectrográfica apresentou a estimativa dos elementos abaixo (8), sendo eliminados os determinados por via química.

(8) Vide anotação da página 9.

QUADRO 6. — Valores dos espaçamentos interplanares d (d.n., A°), determinados a partir da leitura dos difratogramas em amostras dos horizontes Alp, B₂ e Cg, da série Tumirim

Horizonte Alp (0 - 13 cm)			Horizonte B ₂ (43 - 73 cm)			Horizonte Cg (100 - 130 cm)		
d/n A°	Intensidade	Mineral(*)	d/n A°	Intensidade	Mineral(*)	d/n A°	Intensidade	Mineral(*)
7,20	8	C	7,20	9	C	7,20	6	C
4,48	10	C	4,47	8	C	4,47	10	C
3,59	9	C	4,31	6	C	3,56	6	C
3,54	7	(?)	4,17	6	C	3,34	4	Q
3,36	7	Q	3,58	10	C	2,57	5	C
2,56	5	C	3,36	5	M			
2,50	4	C	3,21	3	M			
2,42	4	G	3,00	2	M			
			2,86	1	M			
			2,57	4	C-M			
			1,991	2	C-M			

(*) C — caolinita; Q — quartzo; G — goethita; M — estrutura de mica.

ELEMENTOS	Camada a	Camada d
B	++	++
Cu	++++	++++
Ni	-----	-----
Mn	+++	+++
Pb	-----	-----
Ga	++	++
Cr	+++	+++
Sr	-----	-----
V	++++	++++

São solos depauperados, podendo-se prever deficiências de elementos menores.

4.4 — CLASSIFICAÇÃO

Pelas características apresentadas de podzólico e tendo um fenómeno de latolização, colocamos como um intermediário ("intergrado") entre um Grande Grupo da subordem Latossolo e o Vermelho-amarelo podzólico. Aquêlê Grande Grupo incluiria os solos Pinda e Pinhão, já estudados (13) e que estamos agrupando elementos para sua definição.

MONOTYPICAL SERIES OF TAUBATE BASIN

3 — HARAS AND TUMIRIM

SUMMARY

The Haras series represents a Bog soil, of Hydromorphic suborder and azonal order or, according to a recent modification in the soil classification, it belongs to the Histosol order. It is characterized by muck accumulation at least one meter deep and having a superficial layer modified by pedogenetical agents and intensified by plowing. This soil is a solid suspension in water, since the former fraction represents only 10 to 30% in volume. The X-rays analysis showed that the colloidal fraction after elimination of organic material contains kaolinite, some quartz and in one layer gibsite and a mineral with a mica structure.

Tumirim is the name of the second series studied and classified as an intergrade of unidentified Great Soil Group of Latosol sub-order and the Red-Yellow Podzolic. The parent material is a clay sediment of Tertiary origin and the profile is restrict, less than one meter deep. Clays skins is widespread in B but without an A₂ horizon. The SiO₂/Al₂O₃ ratio is 2.1 but this higher relation is explained through X-rays analysis which identified quartz in the colloidal fraction. The dominant clay material is kaolinite and in the B mineral with mica structure was determined, probably illite.

LITERATURA CITADA

1. BAILEY, H. H. Peat formation in the tropics and subtropics. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15: 283-284. 1950.
2. BALDWIN, M., KELLOG, C. E. & THORP, J. Soil classification. In Year-book of Agriculture. Washington, U. S. Dep. Agric., 1938. p. [997]-101.

3. CLAYTON, B. S. Subsidence of Florida Peat Soil. Trans. Sixth Commission Int. Soc. Soil Sci. Zurich, Otto Fauser, 1937. p. 340-343. Vol. B.
4. MEDINA, H. P. Novas considerações sobre a classificação granulométrica. Tese apresentada no VI Cong. Bras. de Ciência do Solo, Salvador, Bahia, 1957. [A publicar].
5. PAIVA, J. E. (neto). Argilas bentoníticas no terciário do Vale do Paraíba. Bol. Soc. Bras. Geol. 5:[5]-15. 1956.
6. ———, NASCIMENTO, A. C., KUPPER, A. [e outros] *In* Situação atual dos estudos dos solos da Bacia Paraná-Uruguai e programa para investigação dos solos da Região. São Paulo, Tipografia Edance S. A., 1961. p. 104-105.
7. POWERS, W. L. Subsidence and durability of reclaimed peat lands. Trans. Sixth Commission Int. Soc. of Soil Sci. Groninghen (Holland), Otto Fauser, 1932. [294] — 299. Vol. A.
8. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual. Washington, U. S. Dept. Agric. 1951. 503 p. (Handbook n.º 18).
9. Soil Survey Staff. Soil classification. A comprehensive system 7th approximation: order, suborder and great soil groups. Soil Sci. 48: [117] — 129. 1949.
11. VERDADE, F. C. & HUNGRIA, L. S. Séries monotípicas da bacia de Taubaté.
1 — Pinhão e Pinda. Bragantia.
12. VERDADE, F. C. & HUNGRIA, L. S. Séries monotípicas da bacia de Taubaté.
2 — Dourada e Barro de Telha. Bragantia.
13. ———, ——— & RUSSO, R. Levantamento de Solo do Vale do Paraíba — Municípios de Jacareí e São José dos Campos. Escala de 1: 100.000, Instituto Agrônômico e Serviço do Vale do Paraíba, 1957 (Cópia heliográfica).
14. ———, ———, [e outros]. Solos da Bacia do Taubaté (Vale do Paraíba). Bragantia 20:[43]-322. 1961.
15. ———, KUPPER, A., RUSSO, R. [e outros]. Levantamento Pedológico da Estação Experimental da Produção Animal, em Pindamonhangaba. Bragantia 19:[851]-88. 1960.
16. WEIR, W. M. Subsidence of peat land in the Sacramento — San Joaquin delta of California. Trans. Sixth Commission Int. Soc. Soil Sci. Zürich, Otto Fauser, 1937. pág. [304]-314. Vol. B.