

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*

Vol. 20

Campinas, julho de 1961

N.º 28

## LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DO CAMPO DE PESQUISAS DE ÁGUA PRETA (1)

F. C. VERDADE, *engenheiro-agrônomo, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônômico, L. S. HUNGRIA e R. RUSSO, engenheiros-agrônomos, Serviço do Vale do Paraíba, A. KÜPPER, H. PENNA MEDINA e F. GROHMANN, engenheiros-agrônomos, e A. C. NASCIMENTO, engenheiro, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônômico.*

### RESUMO

O Campo de Pesquisas de Água Preta se destina aos estudos agrícolas, sendo representativo dos solos e condições reinantes nas aluviões da bacia sedimentar do Vale do Paraíba. O levantamento pedológico visa orientar, na parte de solo, as futuras pesquisas e tornar os resultados já obtidos extensíveis a outras áreas em levantamento.

Nas formações Terciárias e Quaternária de terraço, os solos foram definidos e delimitados em séries monotípicas. Nas aluviões que dominam nessa estação experimental, as unidades foram determinadas até fases.

Dos solos encontrados, entram na categoria de solos zonais as séries Ipiranga e Campo, pertencentes à sub-ordem Latossolo; entre os intrazonais somente se determinou a série Estação, da sub-ordem hidromórfica e do grande grupo Glei Húmico. Os solos azonais são em maior número quanto às séries e ocupam a maior extensão da área.

As séries foram definidas como Aluvião, porém algumas apresentam a formação Bog como um fenômeno já superado, talvez sendo adequada a sua colocação em uma nova categoria de Aluvião-Bog. Essas séries receberam as denominações de Cortume, Quati, Barro de Telha, Capitiva, Água Preta, Paraíba e Corputuba.

### 1 - INTRODUÇÃO

O levantamento pedológico do Campo de Pesquisas de Água Preta faz parte de programa de estudos de Solos do Vale do Paraíba, executado segundo convênio entre o Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo e o Departamento de Águas e Energia Elétrica.

Situa-se essa estação experimental no Município de Pindamonhan-

(1) Trabalho apresentado ao VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Piracicaba, São Paulo, de 26 a 30 de julho de 1959. Recebido para publicação em 4 de maio de 1961.

gaba, a 4 quilômetros da cidade, ao lado da estrada que vai a Aparecida. Abrange uma área aproximada de 45 hectares, constituindo uma faixa de 500 m de largura por 3 900 m de comprimento. A gleba tem início na estrada e se prolonga, no sentido sul-norte, até o Rio Paraíba.

A apresentação do levantamento visa fornecer aos técnicos dados mais detalhados para orientar as futuras experiências e ao mesmo tempo permitir a generalização dos estudos já realizados, tornando-os extensíveis às áreas similares do levantamento regional de solos.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade pedológica mais simples foi a «série monotípica» (ou tipo de solo), definida em outros trabalhos (14, 15) dos autores.

A abertura de trincheiras para o estudo dos perfis, seguiu a marcha rotineira. Nos casos de solos de várzea, empregou-se bomba hidráulica para esgotar a água que fluía das camadas inferiores. Em cada perfil foram anotadas as características morfológicas e genéticas, seguindo em linhas gerais as indicadas pelo «Soil Survey Manual» (12). De cada horizonte retiravam-se amostras para as determinações físicas e químicas, bem como anéis volumétricos para as determinações de massa específica aparente. As amostras, enviadas para Campinas, eram submetidas à secagem e peneiragem segundo os processos indicados em outro trabalho (9).

A identificação das unidades foi feita com trados de rosca ou de engenharia e as áreas de ocorrência transcritas em mapa de escala 1:5 000. O caminhamento para a delimitação das aluviões foi diferente dos demais solos porque temos de eliminar a topografia como fator associativo de identificação. Trabalhou-se em percursos transversais ao eixo do rio, complementados, quando necessário, por trajetos paralelos.

De cada série foram colhidas amostras compostas superficiais, segundo método indicado por Catani e outros (2). Por essas amostras pode-se estabelecer a amplitude de variação de fertilidade de cada série.

Os perfis e as amostras compostas foram analisadas química e fisicamente. As análises químicas compreenderam as seguintes determinações: pH, C, N, H<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Mn<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, segundo Paiva e outros (8); K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>, segundo Catani e Paiva (3); Mg<sup>++</sup>, como indica Küpper (5) e PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> segundo Catani e outros (2). As determinações físicas foram efetuadas segundo Paiva e outros (9) e Medina e Grohmann (7).

## OBSERVAÇÕES GERAIS

No Campo de Pesquisas domina a formação Quaternária, representada em sua maior parte pelas aluviões e em pequena porcentagem pelo terraço. O Terciário concorre com uma pequena mancha.

Os solos de aluvião, partindo do rio para o Terciário, podem ser divididos em quatro áreas distintas. A primeira consiste na sedimentação de materiais arenosos, como mica, resultante das primeiras deposições das enchentes. A segunda é formada de sedimentação de argila micácea. A terceira área é originada pela decantação de argila sem mica visível a olho nu, pelo menos até 1 metro de profundidade. A quarta representa essa mesma deposição, porém recobrando uma antiga bacia orgânica, soterrando-a parcialmente na periferia. A distribuição desses solos pode ser verificada na figura 1.

O Quaternário de terraço, gerado pelo Rio Paraíba quando o leito ocupava cota mais elevada, é representado por sedimentos de granulção grossa, sobrepondo-se a uma camada de seixos rolados de quartzo. O Terciário local representa sedimentação areno-argilosa.

A topografia do Campo de Pesquisas é plana, tanto no terraço como na várzea. No primeiro, os solos são bem ou apenas moderadamente drenados, enquanto que, na várzea vão de imperfeitamente até mal drenados. O escoamento das águas nos solos altos é feito por lençóis subterrâneos; na várzea, o lençol freático está muito à superfície, variando, naturalmente, de acordo com a época do ano.

O estudo regional da pluviometria (10) indica que o Campo de Pesquisas localiza-se em uma área com precipitação média anual menor que 1 100 mm, constituindo uma ilha dentro da área de regime pluviométrico mais elevado. Schröder (10) indica um regime de transição entre «verão chuvoso e inverno sêco» para «verão chuvoso com inverno relativamente chuvoso». A distribuição da chuva de inverno é de 15 a 19,9% do total, e o mês mais úmido é janeiro; o número médio mensal de dias com chuva é 125,4 e a densidade de chuva por ano é 9 mm. Setzer (11) determinou ser a temperatura média anual entre 20-21°C e o tipo climático (segundo W. Köppen) é Cwa, isto é, quente com inverno sêco.

Todos os solos, mesmo os da várzea, foram florestados, tendo havido, naturalmente, diferenças entre as associações florísticas dos diversos solos. Na área do Campo existem restos de mata que deverão servir de base para a descrição dos componentes vegetais das séries

argilosas. Fora do Campo de Pesquisas há «braços mortos» do rio, onde se desenvolvem diferentes tipos de vegetação, próprias de áreas pantanosas.

#### 4 — SOLOS DO CAMPO DE PESQUISA

A classificação adotada é a climática, exposta em diversos trabalhos (1, 4, 13). Neste estudo não procuramos agrupar as séries monotípicas em famílias e no caso da sub-ordem Latossolo, também evitamos definir os Grandes Grupos, visto não apresentarem precisão nos agrupamentos apresentados, pelo menos para os nossos solos.

Os solos, com as exceções acima, estão definidos nos níveis de ordem, sub-ordem, grande grupo, série monotípica e fase (para as aluviões). A distribuição dos solos nos Campos de Pesquisas encontra-se na figura 1.

As análises químicas e físicas dos perfis acham-se em outro trabalho (15), enquanto que os dados analíticos das amostras compostas são apresentadas no quadro 1.

##### 4.1 — SOLOS ZONAIS

Estão representados por duas séries, Ipiranga e Campo. A primeira ocorre na formação Terciária e a segunda na formação Quaternária.

###### 4.1.1 — SÉRIE IPIRANGA (Ip) (2)

Esta série foi definida pelo perfil 729 e sua área de ocorrência é de 1,8 ha.

**Patôres de formação** — É originada de sedimentos areno-argilosos do Terciário, tendo a mata como primitiva cobertura vegetal. O relevo normal de sua ocorrência é de pequenas ondulações de 300 a 500 m de extensão com 10 metros de desnível. As condições de drenagem são boas e o «solum» pouco profundo.

**Solos associados** — Sendo um solo bem drenado, deveria ser encontrado um associado topográfico que representasse as condições de drenagem moderada, o que ainda não ocorreu. No Campo de Pesquisas encontra-se junto às séries Estação e Campo.

(2) Convenção adotada no mapa dos solos.

**Descrição do perfil** — O perfil 729 foi colhido em área vizinha do Campo de Pesquisas e parece ter sofrido alguma influência do terraço contíguo. O local, com declividade de 1 a 3%, estava em regime de pasto, onde dominava o «capim gordura» (*Melinis minutiflora* Beauv.). A atividade de cupins e formiga era intensa no solo, pouco se notando a ação das minhocas.

A morfologia do perfil foi descrita da seguinte forma:

- 0-8 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_{lp}$ , textura areno-barrenta, côr YR 4/3 (3), com estrutura sub-angular fina, fraca, cavando em sub-angular grossa. A consistência molhada é não plástica e não pegajosa e a úmida é muito friável.
- 8-25 cm** — Camada **b**, horizonte  $A_{3p}$ , textura argilo-arenosa, maciça (sem estrutura) e cavando em sub-angular grossa. Pouco plástica, pouco pegajosa e muito friável.
- 25-42 cm** — Camada **c**, horizonte  $B_{1p}$ , textura argilosa ou barrenta (limite), côr 10 YR 4/3 a 5/4, maciça, cavando em sub-angular grossa até fina. Pouco plástica, pouco pegajosa e muito friável.
- 42-68 cm** — Camada **d**, horizonte  $B_{21p}$ , textura argilosa, côr 10 YR 5/4 a 5/6, sem estrutura, cavando em sub-angular grossa a fina. Pegajosa, pouco plástica e friável.
- 68-101 cm** — Camada **e**, horizonte  $B_{22p}$ , textura argilosa, côr 10 YR 5/6, e com as demais propriedades semelhantes à camada anterior.
- 101-131 cm** — Camada **f**, horizonte B/C, textura barrenta, côr 10 YR 5/8, e com as demais propriedades semelhantes à anterior.
- 131-140 cm** — Camada **g**, horizonte C, textura barrenta, côr 10 YR 6/8, com as demais propriedades das duas últimas camadas.

A topografia de todos os horizontes é plana, com exceção do  $B_{1p}/B_{22p}$ , que é irregular (formado por bolsas escuras e finas). Existem seixos rolados de quartzito esparsos pelo perfil, com diâmetro médio de meio centímetro. Apresenta um B textural.

Os dados físicos e químicos apresentados em outro trabalho (15), indicam ser o solo medianamente poroso, com umidade equivalente média que se mantém mais ou menos constante pelo perfil. A massa específica é alta e diminui para o horizonte C. Os teores de matéria orgânica,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  são baixos enquanto o do  $PO_4^{-3}$  é muito baixo. A quantidade de  $Al^{+3}$  e  $H^{+}$  é média e mantem-se praticamente constante no perfil. São solos de baixa capacidade de troca e índices de saturação muito baixos.

(3) A côr refere-se à obtida pela "Munsell Color Chart", em condições naturais.

Quadro 1. — Características químicas de fertilidade nos solos do Campo de Pesquisas de Água Preta

Série monotípica	Número da amostra	pH	Em 100 g de terra fina seca na estufa										Teor solúvel		V
			Teor total		Teor trocável						PO <sub>4</sub> - <sup>3</sup>		Mn++		
			C	N	K+	Ca++	Mg++	Al <sup>3+</sup>	H+	S	e.mg	e.mg			
Água Preta ...	4425 .....	5,00	5,76	0,20	0,39	3,53	0,43	6,7	21,7	4,35	1,38	0,03	13,3		
Paraíba .....	4426 .....	4,80	5,32	0,36	0,55	1,64	0,46	8,4	20,5	2,65	0,12	0,07	8,4		
Coruputuba ...	3427 .....	4,95	13,68	0,71	0,72	2,72	0,47	10,5	44,6	3,91	0,28	0,12	6,6		
	4433 .....	4,90	11,52	0,61	0,92	2,66	0,46	9,6	38,8	4,04	0,22	0,06	7,7		
	4428 .....	4,60	7,20	0,59	0,42	2,13	0,44	9,0	27,8	2,99	0,14	0,18	7,5		
	4436 .....	4,80	9,27	0,69	0,73	2,22	0,58	9,9	36,2	3,53	0,21	0,03	7,1		
Barro de Telha	4437 .....	4,90	2,34	0,21	0,56	2,49	1,05	6,0	12,9	5,08	0,98	0,05	21,2		
Quati .....	4434 .....	4,75	3,90	0,37	0,47	1,55	0,90	9,2	22,7	2,92	0,20	traços	8,4		
	4435 .....	4,70	4,36	0,41	0,48	1,82	0,96	8,7	19,9	3,26	0,16	0,06	10,2		
Dourada .....	4429 .....	4,70	3,32	0,39	0,72	1,62	0,42	7,4	15,1	2,76	0,11	0,13	10,9		
	4432 .....	4,70	3,32	0,33	0,55	1,07	0,42	7,1	13,0	2,04	0,11	0,05	9,2		
Capitua .....	4430 .....	4,60	2,88	0,32	0,42	0,23	0,10	8,8	14,7	0,75	0,11	0,04	3,1		
	4431 .....	4,55	2,24	0,24	0,45	0,93	0,47	6,1	11,8	1,85	0,13	0,17	9,4		

## 4.1.2 — SÉRIE CAMPO (Cp)

O perfil modal é o 731, tendo uma área de ocorrência de 13,2 ha.

**Fatores de formação** — O solo é formado nos sedimentos arenosos de terraço, em condições de drenagem moderada. O relevo plano, destaca-se nitidamente dos circunvizinhos. Foram solos florestados, mas atualmente encontram-se em regime de pasto com capim gordura ou plantações de eucalipto (*Eucalyptus* spp).

O terraço onde se situa o perfil apresenta uma variação de textura em relação à várzea. A partir do Terciário, ele se torna mais arenoso, para na borda ser arenossolo, formado de areia branca. Uma camada de seixos rolados de quartzito forma a base e surge no declive para a várzea.

**Solos associados** — Localmente é seguido pela série Ipiranga. Não se encontrou ainda nenhuma seqüência topográfica em que esta série tomasse parte.

**Descrição do perfil** — O perfil, colhido em local de declividade de 1 a 3%, estava cultivado com mandioca (*Manihot utilissima* Pohl), em ótimo estado vegetativo. O perfil apresenta a seguinte descrição:

**0-15 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_p$ , textura arenosa, côr 10 YR 3/1 a 3/2, sem estrutura (maciça), cavando em sub-angular grossa e a consistência é não pegajosa, não plástica e solta. A topografia do horizonte é ondulada e o limite para a camada seguinte abrupto.

**15-34 cm** — Camada **b**, horizonte  $A_{3s}$ , textura arenosa, côr 10 YR 3/2 com manchas brancas de areia lavada. Não tem estrutura e apresenta as demais características da camada anterior, exceto na consistência úmida, que é muito friável. O limite é claro.

**34-56 cm** — Camada **c**, horizonte  $B_1$ , textura arenosa, côr 7,5 YR 5/2, maciça, pouco pegajosa, pouco plástica e muito friável. A topografia é ondulada e o limite, claro.

**56-81 cm** — Camada **d**, horizonte  $B_{2s}$ , textura arenosa, côr 7,5 YR 5/2 a 6/2, maciça e com as demais características da anterior, exceto o limite que é abrupto.

**8-117 cm** — Camada **e**, horizonte  $B_{2g}$ , textura arenosa, côr 7,5 YR 5/2 a 6/2, com mosqueamento 7,5 YR 5/4 a 5/6, abundante, grosso e distinto. Maciça, pouco pegajosa, pouco plástica e muito friável. O limite é gradual e a topografia plana.

**117-140 cm** — Camada **f**, horizonte  $B_{3g}$ , textura arenosa, côr 7,5 YR 5/2 a 6/2, com mosqueamento igual ao anterior, pouco fino e distinto. Sem estru-

tura, pouco pegajosa, pouco plástica e muito friável. O limite é claro e a topografia plana.

**140-162 cm** — Camada **g**, horizonte  $C_{1g}$ , textura areno-barrenta, côr 7,5 YR 6/2 a 7/2, mosqueada de 2,5 Y 8/6, pouco fino e distinto. Sem estrutura e consistência semelhante à anterior. O limite é claro e a topografia plana.

**162-172 cm ou mais** — Camada **h**, horizonte  $C_{2g}$ , textura areno-barrenta, e côr 7,5 YR 7/2 mosqueada de 10 YR 6/8. As demais propriedades são semelhantes às da camada anterior.

Existem esparsos seixos rolados de quartzito, de diâmetro médio de 0,5 cm. O solo é bastante perfurado por canalículos deixados pelas raízes. A atividade dos cupins é intensa e nota-se, nas primeiras camadas, a presença de suas tubulações características.

O solo é classificado como Latossolo e sua drenagem é moderada.

As propriedades físicas e químicas foram apresentadas em outro trabalho (15). A massa específica aparente é alta e cresce até a camada **f**, diminuindo para a **h**. A umidade equivalente é baixa e aumenta um pouco em profundidade. A porosidade natural é média e mantém-se aproximadamente constante no perfil. A matéria orgânica e todos os elementos trocáveis se apresentam com teores baixos a muito baixos, o mesmo ocorrendo com a capacidade de troca de bases. A acidez é elevada em todo o perfil. O perfil é quase destituído de elementos nutritivos das plantas.

## 4.2 — SOLOS INTRAZONAIS

O único representante classifica-se na sub-ordem hidromórfica.

### 4.2.1 — SÉRIE ESTAÇÃO (Es)

A área da ocorrência é de 1,5 ha. Esta série foi definida em outro trabalho (6) e pertence ao grande grupo Glei Húmico. É digno de observação que, uma parte de sua ocorrência, no Campo de Pesquisas, não se situa em baixadas, mas no declive que vai ter à várzea. A sua presença é devida à drenagem subterrânea do terraço, que produz, no lançante, as condições de saturação exigidas para a sua formação.

O perfil é sumariamente descrito da seguinte forma:

**0-40 cm** — Argiloso, com côr bruna muito escura e de estrutura granular passando a sub-angular. A camada é friável, pouco plástica e pouco pegajosa.



**40-60 cm** — Semelhante à anterior, porém de cor preta.

**60-110 cm** — Barrenta, cor grisea escura, e com mosqueamento. É pouco plástica, pouco pegajosa e firme.

**110-130 cm ou mais** — Barrenta, de cor grisea e demais características anteriores.

O solo é ácido, com teor alto de matéria orgânica e nitrogênio, baixos teores de fósforo, cálcio e magnésio. As quantidades de potássio podem ser altas. Devido à quantidade de matéria orgânica, possui média capacidade de troca.

#### 4.3 — SOLOS AZONAIS

Representam a maior área do Campo de Pesquisas. São formados pela deposição de sedimentos trazidos pelo Rio Paraíba, pelos ribeirões Ipiranga e Água Preta. Enquanto a pequena várzea do Ribeirão Ipiranga é arenosa, devido à forte contribuição do terraço, as várzeas normais do Rio Paraíba são argilosas, com exceção junto à margem.

Para estudar esses solos, foram feitas sondagens até um metro de profundidade, inspecionando-se as camadas de 20 em 20 cm. As traçagens, distanciadas de 100 m e perpendiculares ao rio, serviram para indicar a distribuição dos materiais e a localização dos perfis a serem abertos. Os resultados das inspeções de sondagens e da abertura das trincheiras para o estudo do solo, encontram-se na figura 2.

Por essa figura verifica-se que a deposição de materiais nessa várzea passou, no mínimo, por dois ciclos diferentes. Primitivamente o local deveria ter sido uma lagoa rasa que recebia pouca ou nenhuma substância mineral das enchentes e acumulava matéria orgânica. Nessa época, o leito do rio situava-se à distância. Com as oscilações normais de rio meândrico, o Paraíba se aproximou dessa lagoa, atingindo o atual «braço morto» assinalado nas figuras 1 e 2. Nesse caminhamento começaram as águas de inundação a carrear sedimentos finos, argilas, para a lagoa, soterrando-a parcialmente e formando as séries Água Preta, Paraíba e Coruputuba. As sedimentações indicam que mesmo quando o rio esteve na posição de «braço morto» da figura 2, as inundações encontravam caminhos para atingir a lagoa por pontos mais distantes, visto não encontrarmos solos de textura grossa nas suas margens. Essa sedimentação argilosa, que ainda continua, sofre uma decantação severa das partes grossas, pois não é encontrada mica visível a olho nu, comum para outras aluviões.

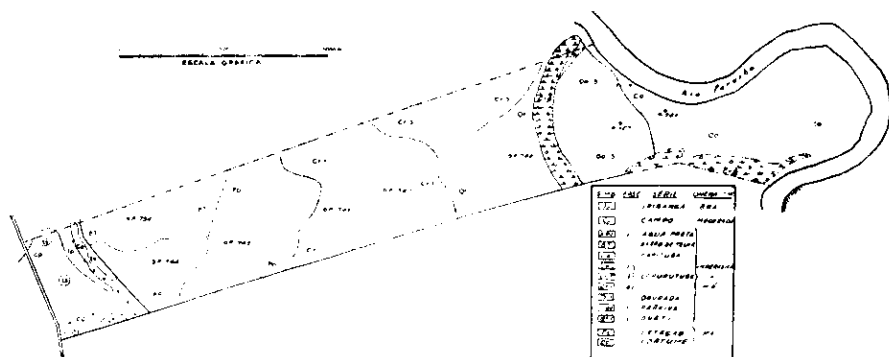


FIGURA 1. — Solos do Campo de Pesquisas, Água Preta, do Serviço do Vale do Paraíba em Pindamonhangaba.

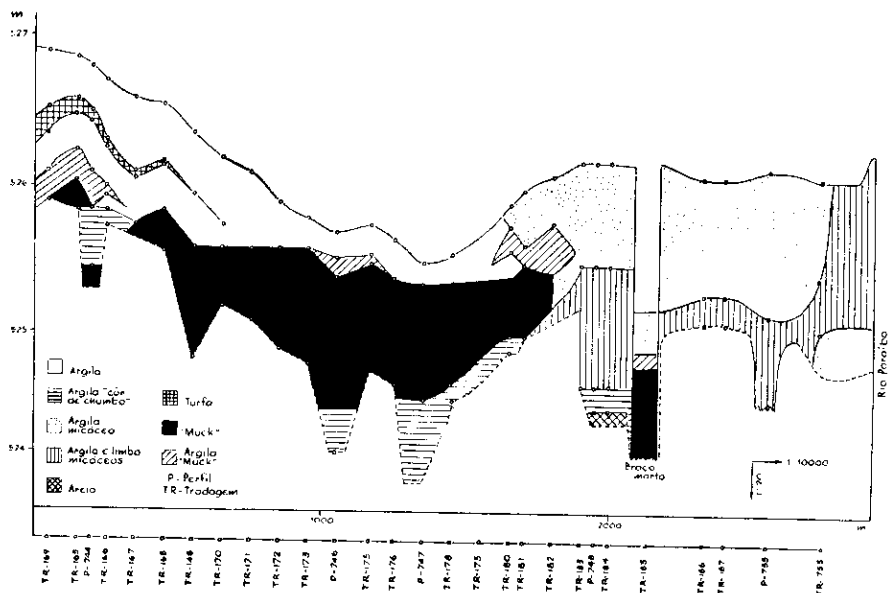


FIGURA 2. — Seção transversal da várzea do Campo de Pesquisas, Água Preta, do Serviço do Vale do Paraíba, mostrando os extratos minerais e orgânicos.

A bacia orgânica, só parcialmente foi aterrada. Na propriedade vizinha, Fazenda Coruputuba, ainda existe o solo orgânico (série Haras).

Todos estes solos foram colocados no grande grupo Aluvião. Os que apresentam os dois ciclos de acúmulo de materiais, o primeiro de matéria orgânica e o segundo de sedimentos minerais, poderiam ser agrupados num intermediário Aluvião-Bog, porém preferimos manter a designação que explica o fenômeno atual.

Convém frisar a deficiência dos métodos convencionais de laboratório para a determinação da textura das camadas orgânicas. As classes texturais dessa análise não representam as propriedades granulométricas do solo. Por isso é preferível utilizar as determinações pelo tacto, feitas no campo, que as definem melhor.

#### 4.3.1 — SÉRIE ÁGUA PRETA (AP)

Sua área de ocorrência é de 11,2 ha. Foi definida pelo perfil 744 e a sua fertilidade, pela amostra composta 4 425. Na figura 1 encontram-se as distribuições das camadas constituintes do perfil.

**Fatores de formação** — Solo formado pelas sucessivas deposições de materiais que, a partir da superfície, são: argila, turfa, argila, argilo-«muck» (4), argila «côr de chumbo» (5) e «muck». A parte inferior corresponde à formação Bog, isto é, acúmulo de restos orgânicos, enquanto na superior foi depositado material mineral, trazido e sortido pela água. A topografia onde ocorrem estes solos é plana e a drenagem, de imperfeita a má.

**Solos associados** — Geneticamente liga-se às séries Paraíba, Coruputuba e Barro de Telha.

**Descrição do perfil** — O perfil foi colhido em solo cultivado com arroz.

**0-30 cm** — Camada a. De 0 a 8 cm, está muito influenciada pela última cultura. Foi colhido até 30 cm, porque formava um único horizonte, A<sub>1p</sub>, argiloso, côr seca superficial 5 YR 7/1 a 8/1, com mosqueamento 7,5 YR 6/8, comum, distinto e médio. A estrutura superficial é angular grossa, bem desenvolvida e abaixo se apresenta como granular média a fina, bem desenvolvida (6). Muito plástica, muito pegajosa, firme e dura. O limite é abrupto e a topografia plana. O material dominante é a argila.

**30-35 cm** — Camada b, horizonte D<sub>1</sub>, textura limosa de matéria orgânica, côr

(4) Na Seção de Agrogeologia usam-se os critérios de diferenciação entre "muck" e turfa indicados pelo "Soil Survey Manual" (13). Turfa é o resíduo orgânico, pouco decomposto, que permite identificar as partes vegetais donde provieram. "Muck" é o resíduo orgânico que sofreu decomposição intensa, não mais permitindo aquela identificação no campo.

(5) Convenção adotada para indicar uma camada argilosa, rica de matéria orgânica, situada em condições fortemente redutoras.

(6) A estrutura é instável à água, como foi posteriormente verificado.

7,5 YR 4/4, estrutura laminar da turfa, pouco plástica, pouco pegajosa e muito friável. O limite é abrupto e a topografia ondulada. O material é constituído de turfa laminar.

**35-70 cm** — Camada c, horizonte D<sub>2</sub>, textura argilosa, côr total 2,5 Y 3/2 a 4/2, maciça (sem estrutura), plástica, pegajosa, friável e firme. Limite abrupto e topografia ondulada. A camada apresenta estrias escuras devidas à matéria orgânica.

**70-93 cm** — Camada d, horizonte D<sub>3</sub>, textura argilo-limosa, côr 10 YR 2/1 a 3/1, maciça, plástica, pegajosa e friável. O limite é abrupto e a topografia ondulada. Camada formada de argila misturada com «muck».

**93-135 cm** — Camada e, horizonte D<sub>4</sub>, textura argilosa, côr 2,5 Y 4/0, com manchas amarelas, de restos vegetais, e 7,5 YR 2/0 do «muck».

**135-150 cm ou mais** — Camada f, horizonte D<sub>5</sub>, textura limosa de matéria orgânica, maciça. O material é «muck», pouco plástico, pouco pegajoso e friável.

A presença da turfa entre a camada mineral indica que por breve período retornou a formação de Bog.

Este solo foi classificado como Aluvião, série Água Preta.

As características físicas e químicas apresentadas em outro trabalho (15) revelam porosidade natural bastante elevada (72,8 e 77,6), mesmo para as camadas argilosas. A umidade equivalente é a mais alta de todos os solos estudados no Campo de Pesquisas. Essa propriedade não foi estudada na turfa, porque ela não mais absorveu umidade depois de seca. A massa específica aparente é baixa na camada argilosa (cêrca de 0,6) e muito mais baixa nas camadas orgânicas (0,24 a 0,36).

O solo, evidentemente, apresenta teores altos de matéria orgânica. As quantidades de fósforo e K<sup>+</sup> são altas e as de Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup> são, proporcionalmente, muito baixas. A acidez hidrolítica e de troca são altas e nas camadas orgânicas atingem a teores elevados. O pH do solo é muito baixo (4,5 a 4,75).

A amostra composta registrou os mesmos índices para as propriedades acima, exceto quanto ao potássio, cujo teor é médio. Esses dados encontram-se no quadro 1. Como fenômeno generalizado para as aluviões, a fração nitrogenada é de pouca atividade e os solos reagem à adubação nitrogenada.

#### 4.3.2 — SÉRIE PARAÍBA (Pb)

A série tem ocorrência de 25,1 ha e é definida pela presença de uma

camada argilosa com espessura mínima de 60 cm, sôbre «muck». Ela é estudada pelo perfil 745, apresentado na figura 2, e pela amostra de fertilidade 4 426, cujos dados analíticos encontram-se no quadro 1.

**Fatores de formação** — Apresenta-se com deposição argilosa recente, de aluvião, sôbre antigo solo Bog. A drenagem é imperfeita e má e a vegetação primitiva parece ter sido de mata. Atualmente encontra-se com culturas, principalmente de arroz.

**Solos associados** — Liga-se às séries Água Preta, Coruputuba e Barro de Telha. Não foi ainda encontrada com outras aluviões.

**Descrição do perfil** — O perfil 745 foi colhido em terreno cultivado com arroz.

**0-38 cm** — Camada a, horizontes A<sub>1p</sub> e A<sub>3</sub>, textura argilosa, côr 10 YR 5/1, com mosqueamento 10 YR 6/8, fino, proeminente e comum. As raízes do arroz se distribuíam por esta camada e havia mosqueamento nas tubulações feitas por elas. A estrutura superficial é granular, fortemente desenvolvida, que passa a sub-angular fina e média, bem desenvolvida. Friável, mas os grânulos, quando sêcos, são extremamente duros. O limite é abrupto e a topografia ondulada.

**38-50 cm** — Camada b, horizonte D<sub>1</sub>, textura argilosa, côr 10 YR 4/1 mosqueada de 7,5 YR 5/4, sem estrutura (maciça), muito plástica, muito pegajosa e friável. É formada de argila entremeada de restos vegetais (em pequena quantidade).

**50-74 cm** — Camada c, horizonte D<sub>2</sub> e textura argilosa, côr 10 YR 4/1 e 2,5 Y 3/0, sem estrutura, muito plástica, muito pegajosa e friável. Formada por três faixas, sendo a de cima e a última, claras, e a do meio, bem escura.

**74-110 cm** — Camada d, horizonte D<sub>3</sub>, textura limosa de matéria orgânica, sem estrutura, não pegajosa, não plástica. A camada é constituída de «muck» com restos de turfa esparsos pela massa.

**110-154 cm** — Camada e, horizonte D<sub>4</sub>, textura limosa de matéria orgânica, maciça, com tendência a granular, não plástica e não pegajosa. Camada de «muck» com muitas raízes.

O solo é Aluvião. Admitem-se duas fases: a fase 1 segue a descrição acima; a 2, quando o solo aparece em «braço morto».

A porosidade natural é muito alta, aumentando para as camadas de «muck» e êsses dados podem ser encontrados em outro trabalho (15). O mesmo fenômeno acontece para a alta umidade equivalente. A massa específica se apresenta baixa e diminui em profundidade. A matéria orgânica aumenta até atingir a camada de turfa. O conteúdo orgânico é elevado, mas de pouca utilidade para as plantas, como indica a relação

C/N. O fósforo apresenta-se em quantidades altas na superfície. O teor de  $K^+$  é alto na superfície e chega a médio nas camadas mais profundas. Os de  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  são baixos para tôdas as camadas. A matéria orgânica produz alta capacidade de troca de cátions, e sendo o solo pobre de bases, gera alta acidez hidrolítica e de troca.

A amostra de fertilidade apresenta o solo com as mesmas propriedades que o perfil, com exceção do fósforo e potássio. O primeiro está em teor médio e o segundo em teor alto.

#### 4.3.3 — SÉRIE CORUPUTUBA

A área de ocorrência é de 48 ha. Para a caracterização desta série foram colhidos dois perfis, sendo que o número 747 foi escolhido para representar o solo. As amostras 4 427, 4 428 e 4 429, cujos dados analíticos se encontram no quadro I, estudam as variações de fertilidade.

**Fatores de formação** — Representa os solos de cota mais baixa do Campo Experimental e os que tiveram menor sedimentação argilosa. O perfil apresenta duas fases de formação: na primeira acumularam-se substâncias orgânicas e, na segunda, depositou-se argila. A drenagem vai de má a imperfeita. A vegetação primitiva foi de mata.

**Solos associados** — Está ligada às séries Quati e Paraíba. Quando ocorre em «braço morto» pode estar junto às séries de aluvião.

**Descrição do perfil** — Formado pela deposição de argila sôbre «muck» que repousa sôbre um lençol de argila «côr de chumbo». A cultura de arroz cobria a maior porcentagem da área.

O perfil apresentou a seguinte descrição:

**0-15 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_{1p}$ , textura argilosa, de côr sêca 10 YR 5/1 a 6/1 e mosqueamento 7,5 YR 5/8, comum fino e distinto (formado pelas raízes). A estrutura granular média é fortemente desenvolvida; muito plástica, muito pegajosa e friável. A camada é formada de sedimentos argilosos.

**15-50 cm** — Camada **b**, horizonte  $D_1$ , textura limosa de matéria orgânica, 7,5 YR 2/0, maciça (sem estrutura); pouco plástica, pouco pegajosa e friável (pouco visível pela umidade). É uma camada de «muck» com muitas raízes mortas, e de côr estriada.

**50-92 cm** — Camada **c**, horizonte  $D_2$ , textura limosa de matéria orgânica, côr 7,5 YR 2/0 com manchas oliva escura e 7,5 YR 4/4 e 5 YR 2/0. A camada é de «muck» pouco plástica e pouco pegajosa, não apresentando a côr e as faixas indicadas para a camada superior.

92-150 cm — Camada d, horizonte D<sub>g</sub>, textura argilosa, côr 2,5 Y 3/0, maciça, muito pegajosa e muito plástica. A camada, convencionalmente chamada de «côr de chumbo», representa as condições enérgicas de redução.

A topografia dos horizontes é ondulada e os limites são abruptos. Está classificada como Aluvião, apesar da maior porcentagem do perfil representar a formação Bog. As texturas, na descrição morfológica do perfil, são as de campo.

A série apresenta quatro fases: 1, a descrita (sem argila «côr de chumbo»); 2, quando antes de um metro aparece a citada argila; 3, se a camada argilosa superficial atinge entre 30 a 60 cm; 4, quando a série aparece em «braço morto».

As propriedades físicas, apresentadas em outro trabalho (15), seguem estreitamente o tipo de material das camadas. A porosidade natural é muito alta e a massa específica aparente muito baixa. A umidade equivalente é elevada, ao redor de 51% em peso.

Apresenta altos teores de fósforo e potássio na superfície e variáveis em profundidade. Os teores de Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup> são baixos. Todas as camadas apresentam altos teores de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> e alta capacidade de troca.

As amostras de fertilidade apresentaram resultados analíticos que confirmam os resultados obtidos na capa superficial dos perfis.

#### 4.3.4 — SÉRIE QUATI (Qt)

Esta série abrange uma área de 19,3 ha e foi estudada pelo perfil 748. As amostras de fertilidade 4 434 e 4 435 foram analisadas e os resultados apresentados no quadro 1.

**Fatores de formação** — São solos de aluvião formados por sedimentos relativamente recentes. Aparentemente o material grosseiro encontrado em profundidade foi depositado pelo rio quando passava pelo «braço morto» da figura 1 e 2, enquanto a capa argilosa tem a mesma origem que a argila das séries anteriores. A sua drenagem é imperfeita, apresentando côres glei. Diferencia-se de outra série argilosa, Prateada, porque o perfil se apresenta com certo desenvolvimento.

Foram solos florestados, como indica a mata que recobre parte da área ocupada por esta série.

**Solos associados** — Está ligada à série Coruputuba e, em outras áreas, à série Dourada.

**Descrição do perfil** — O perfil foi colhido dentro da mata e apresentava certo desenvolvimento, mas ainda com dominância dos caracteres do material original.

**0-11 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_1$ , argilosa, cõr 10 YR 3/2, estrutura granular média, bem desenvolvida, muito plástica, muito pegajosa e firme. O limite do horizonte é abrupto e a topografia plana.

**11-28 cm** — Camada **b**, horizonte  $A_3$ , textura argilosa, cõr 10 YR 4/1, sub-angular grossa e média, fortemente desenvolvida; muito plástica, muito pegajosa e firme. O limite é gradual e a topografia irregular.

**28-57 cm** — Camada **c**, horizonte  $C_1$  (B incipiente), textura argilosa, cõr 2,5 Y 5/2 a 6/2, mosqueamento 2,5 Y 6/4 a 6/6, abundante, grosso e fraco. A consistência é muito plástica, muito pegajosa e muito firme. O limite é abrupto e a topografia plana. A camada anterior emite línguas profundas nesta camada. Encontramos uma estrutura prismática, fortemente desenvolvida, cujos prismas apresentam espessuras de 5 a 10 cm de diâmetro e 15 a 30 cm de altura, facilmente destacáveis entre si, com uma face. A estrutura prismática rompe-se em sub-angular média e grossa.

**57-70 cm** — Camada não colhida, transição para a seguinte.

**70-116 cm** — Camada **d**, horizonte  $D_2$ , textura limosa, cõr 2,5 Y 5/0 a 6/0, com o mesmo mosqueamento da camada **d**, sem estrutura, não plástica e não pegajosa, muito friável (quase sôlto).

A 172 cm de profundidade começa uma camada de areia branca micéica. Todos os horizontes têm limites abruptos, exceto o  $A_3/D_1$  que é gradual. Quanto à topografia, o  $A_3$  é irregular, enquanto os demais são planos. A presença de mica começa a ser notada a partir da terceira camada. A serapilheira ( $A_{00}$ ) é pequena, sendo ausente os outros horizontes orgânicos.

A série apresenta duas fases, sendo a 1 descrita acima e a 2 a transição entre a Coruputuba e Quati. Neste caso o «muck» se infiltra pelas camadas inferiores da série Quati, dando coloração escura.

Os dados físicos e químicos indicados em outro trabalho (15) apresentam a massa específica aparente crescendo em profundidade (0,72 a 1,42), à medida que se passa da camada argilosa para a limosa. O fenômeno inverso acontece com a porosidade natural (68,2 a 44,5). A umidade equivalente é alta e diminui do estrato argiloso para o arenoso (45,7 a 8,0%). Os teores de matéria orgânica e fósforo são altos na superfície e rapidamente diminuem para o subsolo. O  $K^+$  e o fósforo estão em teores médios e o  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  em quantidades baixas.



As amostras de fertilidade apresentaram os mesmos teores encontrados na capa superficial do solo, com exceção do potássio, que pode ser considerado alto.

#### 4.3.5 — SÉRIE BARRO DE TELHA (BT)

Sua área de ocorrência é de 13,3 ha. Aparece fora da linha de traçagens apresentadas na figura 2, e sua localização pode ser verificada na figura 1. O perfil que define a série monotípica é o de número 754 e estuda-se a fertilidade por uma única amostra (4 437).

**Fatores de formação** — Origina-se da sedimentação argilosa sem mica visível a olho nu, semelhante à que cobriu a formação Bog nos solos já estudados. Essa sedimentação foi espessa, atingindo a mais de 150 cm. A drenagem é de imperfeita a má. A vegetação primitiva, provavelmente, foi de mata.

**Solos associados** — Está unida às demais aluviões.

**Descrição do perfil** — O solo representa uma sedimentação argilosa sem mica visível a olho nu, no mínimo até um metro de profundidade. No perfil existe uma pequena camada de turfa, prolongamento da existente na série Água Preta. Em outras áreas, a turfa não existia, indicando ser uma condição puramente local. A área estava em descanso, sendo antes arrozal.

**0-46 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_{1p}$ - $A_3$ (?), de textura argilosa, côr 7,5 YR 6/8 e 5/6, estrutura sub-angular média a fina, bem desenvolvida. A consistência molhada é muito plástica e muito pegajosa. Em época de seca, apresenta estrutura em adobe.

**46-65 cm** — Camada **b**, horizonte  $C_1$ , textura argilosa, côr composta de 10 YR 4/2, 5/1 e 5/2, havendo mosqueamento. A estrutura é sub-angular média a fina, bem desenvolvida, e a consistência é semelhante à anterior.

**65-70 cm** — Camada **c**, horizonte  $D_1$ , de textura limosa de matéria orgânica, formada de turfa laminar, não plástica e não pegajosa.

**70-117 cm** — Camada **d**, comum, média e fraca. A estrutura é sub-angular média, regularmente desenvolvida, muito plástica e muito pegajosa.

**117-126 cm** — Camada **e**, argilosa, côr 2,5 Y 3/0 a 4/0, com manchas claras e castanhas. Maciça (sem estrutura), muito plástica e muito pegajosa.

**126-142 cm** — Camada **f**, argilosa, côr 10 YR 5/1, mosqueada de 10 YR 5/4 e 5/6, comum, médio e fraco. Muito plástica e muito pegajosa. Não apresenta estrutura.

**142-160 cm** — Camada **g**, argilosa, côr 10 YR 5/1 a 6/1, com tonalidade mais azulada e certo mosqueamento. É maciça e de consistência muito plástica e muito pegajosa.

Os limites são abruptos, com exceção da transição da camada **a** para **b**, que é claro. A topografia dos horizontes é plana.

O solo é poroso, com baixa massa específica aparente e alta umidade equivalente. O pH é baixo e o teor baixo de matéria orgânica, aumenta em profundidade. As quantidades de fósforo e potássio trocável são altas. As bases  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  são em teores baixos.

Os dados químicos da amostra de fertilidade, apresentadas no quadro I, seguem os dados da camada **a** do perfil.

#### 4.3.6 — SÉRIE DOURADA (Do)

A área de ocorrência no Campo de Pesquisas é de 19,6 ha.

O solo representa uma sedimentação de materiais mais grossos que os formadores da série Barro de Telha, distinguindo-se ainda pela presença de mica em todo o perfil e côres pelo menos em uma camada. É argiloso e as águas que depositam tais sedimentos sofrem decantações dos mais grossos.

Este tipo de solo já foi descrito em outros trabalhos (6, 15) e no Campo de Pesquisas colheu-se o perfil 755, cuja descrição é a seguinte:

**0-11 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_{1p}$ , côr 10 YR 4/1 e argilosa. A estrutura é sub-angular fina com granular média, forte, dominando a primeira. A camada cava em granular e sub-angular. A consistência é muito plástica e muito pegajosa. O limite é abrupto e a topografia plana. A camada possui cerca de 75% das raízes finas.

**11-26 cm** — Camada **b** horizonte  $A_2(?)$ , côr 10 YR 6/2 e mosqueamento 10 YR 5/6, comum, médio e fraco. A textura é argilosa e tem estrutura sub-angular muito fina, forte, que rompe em granular fina. A consistência molhada é muito plástica e muito pegajosa, tem limite gradual e topografia plana. Contém cerca de 20% de raízes finas.

**26-67 cm** — Camada **c**, horizonte  $C_1$ , côr 2,5 Y 5/2 e mosqueamento 10 YR 5/6, grosso, distinto e abundante. A textura é argilosa e a estrutura sub-angular média a fina, cavando na mesma. O horizonte apresenta 5% das raízes finas com o limite difuso. A topografia é plana e a consistência é muito plástica e muito pegajosa.

**67-98 cm** — Camada **d**, horizonte  $D_1$ , côr e mosqueamento semelhante à da camada anterior, e de textura limo-argilosa. A estrutura é prismática com 25 cm de altura e 8 a 10 cm de largura. A estrutura menor é sub-angular

grossa e média. A consistência molhada é plástica e pegajosa, o limite gradual e a topografia plana.

**98-135 cm** — Camada **e**, horizonte  $D_2$ , côr e mosqueamento semelhante à camada **c**. A textura é limo-barrenta, sem estrutura (maciça) cava em sub-angular grossa e média. A consistência é pouco pegajosa, pouco plástica e o limite é claro, no horizonte de topografia plana.

**135-143 cm** — Camada **d**, horizonte  $D_3$ . Diferencia-se da anterior pela côr e textura. A côr é 10 YR 5/6 a 5/8 com mosqueamento 2,5 Y 5/2 e a sua textura é limosa.

As amostras de fertilidade indicam que o solo é bastante ácido, com porcentagem média de matéria orgânica, baixo teor em fósforo e altas quantidades de potássio trocável. Os teores de  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  são baixos a muito baixos e os de  $H^+$  e  $Al^{+3}$ , altos.

A presença de textura mais grossa abaixo dos 60 cm, definiu a fase 2, da série monotípica.

#### 4.3.7 — SÉRIE CORTUME (Ct)

Apresenta pequena área de 0,8 ha. Os detalhes de sua morfologia são encontrados em outro trabalho (15). O perfil é formado por sedimentações grossas sôbre as de textura média.

A umidade equivalente varia no perfil de 15 a 30%, a massa específica aparente, entre 1,25 a 1,4, e a porosidade natural, de 44 a 52%. É ácido, com baixos teores de matéria orgânica, fósforo e bases trocáveis, com exceção do potássio.

#### 4.3.8 — SÉRIE CAPITIVA (Ca)

A área de ocorrência dentro do Campo de Pesquisas é de 43,3 ha. A série é caracterizada pelo perfil 753 e a fertilidade pelas amostras 4 430 e 4 431.

**Fatores de formação** — A série Capituva é formada por sedimentos limo-barrentos, limosos, arenosos e areno-barrentos que dominam sôbre lençóis de outras texturas. Localmente representa as primeiras deposições produzidas pelo rio, quando nas enchentes a velocidade das águas é quebrada pelo espraiamento. Origina-se ainda pelo fenômeno de formação de meandros, quando o rio cava numa margem e deposita material grosseiro na margem oposta.

Comumente êste solo representa uma faixa estreita ao longo do rio.

**Solos associados** — Está ligada à série Dourada e em pequenas manchas, à série Prateada.

**Descrição do perfil** — O perfil 753 representa um dos tipos de baranca do rio e foi colhido em terreno de pasto.

- 0-13 cm** — Camada **a**, horizonte  $A_{1p}$ , argilosa, côr 10 YR 5/3, com estrutura granular fina, plástica, pegajosa, friável e levemente dura. O limite com a camada seguinte é abrupto e a topografia ondulada.
- 13-26 cm** — Camada **b**, horizonte  $D_1$ , limo-barrenta, côr 2,5 Y 4/2, com mosqueamento 5 YR 4/8, fino, comum e distinto. Maciça, pouco plástica, pouco pegajosa e friável. O limite é claro e a topografia ondulada.
- 26-50 cm** — Camada **c**, horizonte  $D_2$ , limo-barrenta, côr 10 YR 5/2, com manchas 10 YR 5/8, granular fina, moderada. A consistência é pouco plástica, pouco pegajosa e friável. O limite é gradual e a topografia ondulada.
- 50-77 cm** — Camada **d**, horizonte  $D_3$ , limo-barrenta, côr 2,5 Y 5/2 com mosqueamento 2,5 Y 4/8 médio, bastante e distinto. A consistência é pouco plástica, pouco pegajosa e friável. A estrutura é granular média bem desenvolvida.
- 77-110 cm** — Camada **e**, horizonte  $D_4$ , côr 2,5 Y 5/2 com mosqueamento 2,5 Y 5/2, médio bastante e distinto. A estrutura é granular média e forte, tendo textura argilo-limosa. A consistência é plástica e pegajosa, enquanto o limite é abrupto e a topografia plana.
- 110-135 cm** — Camada **f**, horizonte  $D_5$ , argilosa, côr 10 YR 6/8 com mosqueamento 5 YR 4/8, médio, bastante e distinto. A camada não tem estrutura e a consistência é muito plástica e muito pegajosa.

Tôdas as camadas apresentam mica.

As propriedades físicas indicam que a porosidade varia de 49,5 a 60,0%, a massa específica aparente de 0,99 a 1,31, e a umidade equivalente oscila de 21 a 41%. A amplitude de variação é grande devido à falta de homogeneidade textural das camadas.

Quimicamente são solos ácidos, com baixo conteúdo em fósforo,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$ . O teor de  $K^+$  é alto na superfície e diminui em profundidade. Os dados das amostras de fertilidade se encontram no quadro 1.

## 5 — CONCLUSÃO

O estudo detalhado dos solos do Campo de Pesquisas de Água Preta teve por finalidade avaliar os métodos a serem utilizados no le-

vantamento de solos da Bacia de Taubaté, fornecer elementos para as futuras pesquisas agrônômicas e relacionar os resultados das experiências já realizadas aos solos em que foram instaladas.

Encontraram-se três formações geológicas distintas: Terciário, representado pela série monotípica Ipiranga; Quaternário de terraço, representado pela série Campo; Quaternário recente, compreendendo as aluviões.

O estudo das tradagens efetuadas em linha perpendicular ao eixo do Paraíba permitiu esboçar a formação de séries que apresentam no perfil lençóis de substância orgânica. Parte do Campo de Pesquisas foi um antigo lago onde se depositavam restos orgânicos e posteriormente sofreu um assoreamento parcial.

#### A SOIL SURVEY OF THE «CAMPO DE PESQUISAS DE ÁGUA PRETA»

##### SUMMARY

This agricultural experiment station is located in the Pindamonhangaba county, occupying an area of 145 hectares.

The station is in the flood plain of the Paraíba river except for an elevated tract situated on a river terrace and a small part in sediments of the tertiary period.

Some of alluvial soils have two formations. The lower part is a Bog formation over which is deposited clay from decanted flood. There was a lake that provided the accumulation of organic material. The river in its meandering in the flood plain brought water with assorted materials (clay) which cover the bog with a layer of different depths according to the topography. All these soils were considered as alluvial ones even an Alluvial-Bog could be named.

The suborder Latossol is represented by the monotypical series Ipiranga and Campo. The Estação series belongs to the great soil group Humic Glei. The series Cortume, Água Preta, Paraíba, Coruputuba, Quati, Barro de Telha, Dourada and Capituva are alluvial soils.

##### LITERATURA CITADA

1. BALDWIN M., KELLOG, C. E. & THORP, J. Soil classification. *In* U. S. Dept. of Agric., ed. Soils and Men Yearbook of Agriculture, 1938. Washington, U. S. Government Printing Office, 1938. p. [979]-1 001.
2. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, método de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo, 1955. 29 p. (Boletim n.º 69).
3. ——— & PAIVA, J. E. (neto). Dosagem do potássio e sódio pelo «Fotômetro» de chama». Sua aplicação em análise de solo. *Bragantia* 9: [175]-138. 1949.

4. KELLOG, C. E. Tropical soils. *In* International Congress of Soil Science, Amsterdam, 1950. Transactions 1:[1]-11. (Reprint).
5. KÜPPER, A. Dosagem de magnésio pela 8-hidroxiquinolina. Reunião Brasileira de Ciência do Solo, 2.ª ed., Rio de Janeiro, 1953. Anais, p. 145.
6. ———, VERDADE, F. C., HUNGRIA, L. S. [e outros]. Levantamento pedológico da Estação Experimental de Pindamonhangaba. *Bragantia* 19:[829]-849. 1960.
7. MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. Tese apresentada ao VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Salvador, Bahia, 1957. [A publicar].
8. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., QUEIROZ, M. S. & KÜPPER, A. Contribuição ao estudo dos métodos analíticos e de extração para a caracterização química dos solos do Estado de São Paulo. *In* Reunião Brasileira de Ciências do Solo, 1.ª ed., Rio de Janeiro, 1947. Anais, Rio de Janeiro, Soc. Bras. Sci. Solo, 1950. pp. [79]-108.
9. ———, NASCIMENTO, A. C., KÜPPER, A. [e outros]. *In* Situação atual dos estudos dos solos da Bacia Paraná-Uruguaí e programa para investigação dos solos da região. Relatório apresentado à Comissão Inter-estadual da Bacia Paraná-Uruguaí. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. pp. 136-151, 168-169. [Datilografado].
10. SCHRÖDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia* 15:[193]-249. 1956.
11. SETZER, J. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas, 1946. 239 p.
12. Soil survey staff. Soil Survey Manual. Washington, U.S.D. Agric., 1951. 503 p. (Handboock n.º 18).
13. THORP, J. & SMITH, G. D. Higher categories of soil classification: Order, suborder and Great Soil Groups. *Soil Sci.* 67:117-129. 1949.
14. VERDADE, F. C., KÜPPER, A., RUSSO, R. [e outros]. Levantamento pedológico da Estação Experimental da Produção Animal. *Bragantia* 19:[851]-881. 1960.
15. ———, HUNGRIA, L. S., RUSSO, R. [e outros]. Solos da Bacia de Taubaté (Vale do Paraíba). *Bragantia* 20:[43]-322. 1961.