

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 19

Campinas, setembro de 1960

N.º 52

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PINDAMONHANGABA (*)

ALFREDO KÜPPER, FRANCISCO DA COSTA VERDADE, *engenheiros-agrônomo*s, *Seção de Agro-geologia, Instituto Agrônômico*, LUIZ SOARES HUNGRIA e RUBENS RUSSO, *engenheiros-agrônomo*s, *Serviço do Vale do Paraíba*

RESUMO

No presente trabalho são estudados, classificados e delimitados os solos da Estação Experimental de Pindamonhangaba. Esse campo experimental possui uma área de 226 hectares, ou 93,9 alqueires paulistas, dedicando-se a pesquisas agrícolas. Os solos estão classificados em séries monotípicas ou tipos de solo, grande grupo, subordem e ordem, segundo a classificação climática. Acompanham cada série descrições morfológica e genética, bem como principais propriedades físicas e químicas. A fertilidade foi analisada somente pelas propriedades químicas de amostras compostas, colhidas em locais diversos dentro da Estação

Os solos zonais, da subordem Latossolo, de boa drenagem, compreendem as séries Pinhão, Pinda, Polêmica e Ponte Alta, e os moderadamente drenados estão definidos pelas séries Guatemala e Gleba. Na categoria de intrazonais são encontrados os grandes grupos Glei Pouco Húmico (série Mosqueada) e o Glei Húmico (série Estação). A série Dourada é a única que se enquadra no grande grupo Aluvião, da ordemazonal.

1 — INTRODUÇÃO

O levantamento detalhado da Estação Experimental de Pindamonhangaba faz parte do estudo de solos programado e em execução na zona paulista do Vale do Paraíba (Bacia de Taubaté). Esses trabalhos são realizados através de um convênio firmado pelo Instituto Agrônômico do Estado e pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica.

(*) Trabalho apresentado no VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Salvador, Bahia, de 15 a 26 de julho de 1957.

Recebido para publicação em 4 de abril de 1960.

A Estação situa-se no município de Pindamonhangaba, a cerca de 5 km ao sul da cidade, dentro do triângulo formado pela via Dutra e por duas estradas que dão acesso dessa via à cidade. Compreende uma área de 226,01 hectares (93,39 alqueires paulistas). Para os anos de 1953/54 havia 34 planejamentos agrícolas (4), distribuídos pelas seguintes culturas: algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, leguminosas para adubação verde, feijão, mandioca, milho, sorgo, seringueira, centeio e tremoço. Os planejamentos compreendiam desde campo de aumento até as pesquisas sobre fertilizantes. Das plantas mais estudadas, o arroz se sobressai, com 15 experimentos.

O levantamento geral do Vale do Paraíba iniciou-se pelas Estações Experimentais do governo estadual, visando coligir os dados já obtidos pela experimentação e fornecê-los aos agricultores à medida que o levantamento se expande em áreas não governamentais.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade empregada foi a série monotípica, isto é, a série que possui um único tipo de solo. A definição dessa série e outros critérios usados neste trabalho acham-se indicados em outro levantamento (17).

Para a confecção da planta de solo foi utilizado um mapa na escala de 1:4 000. O resultado final da delimitação das unidades encontra-se na figura 1, em escala reduzida.

As propriedades químicas foram estabelecidas pelas determinações do pH, C, N, H⁺, Al³⁺, Mn⁺⁺ e Ca⁺⁺, segundo Paiva e outros (11); K⁺ e Na⁺⁺ segundo Catani e Paiva (3); Mg⁺⁺ segundo Küpper (7) e o PO₄⁻³ segundo Catani e outros (2). As determinações físicas seguem os processos indicados por Paiva e outros (12) e a análise mecânica a indicada por Medina e Grohmann (9), donde surgem as classes texturais expostas por Medina (8).

Para o estudo da fertilidade foram colhidas amostras compostas das séries, segundo os critérios indicados por Catani e outros (1). Nesta parte procurava-se simplesmente estabelecer a variação de fertilidade para cada série, sem distinguir os casos de adubação.

3 — CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESTAÇÃO

A pluviometria regional foi analisada por Schröder (13), que indica uma precipitação média anual entre 1 100 e 1 200 mm, com um regime de transição entre “verão chuvoso e inverno seco” 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 de 125,4 e a densidade de chuva por ano é 9 mm. Setzer (14) determinou ser a temperatura média anual entre 20-21°C e o tipo climático (segundo W. Köppen) *Cwa*, isto é, quente com inverno seco. Há divergências entre aqueles dois autores. Os dados pluviométricos locais, colhidos pela Seção de Climatologia do Instituto Agrônômico, estabeleceram que a precipitação média é de 1 213 mm, sendo dezembro o mês de maior queda, com 194 mm; dias com chuva no ano, 128. Essa mesma Seção indica que a média anual de temperatura é 20,2°C, o mês mais quente é janeiro, com 33,8°C, enquanto que o mês mais frio é agosto, com 9,4°C.

O relevo da Estação é de ondulações fortes, podendo ser representadas por declives de 350 a 600 m de extensão com diferença de nível de 30 m (declividades variando de 5 a 9%). As aluviões dos ribeirões Pinhão e Pinhão dos Borbas são as responsáveis pelas partes planas.

As linhas das cumieiras dos morros seguem o sentido norte-sul, como acontece de maneira geral por toda a Bacia de Taubaté, e representam a direção das erosões produzidas pelos ribeirões que, nascendo nas serras, vão desaguar no rio Paraíba. Os ribeirões que drenam a fazenda limitam-na com as terras vizinhas, mas o Pinhão dos Borbas, formador da quase totalidade das aluviões ali encontradas, na parte média corta a área em estudo, para receber como afluente outro ribeirão, ao deixar a Estação.

O mapa geológico (5) indica que a formação dominante é a Terciária. Devemos incluir também o quaternário de aluvião cujos sedimentos se originam do Terciário e pré-Cambriano, o qual registra a sua presença pela mica dos sedimentos. Os estratos terciários se diferenciam quanto à granulometria, como é verificado pela textura dos solos por eles gerados. Uma camada constituída de estratos de folhelho piro-betuminoso ocorre a profundidade relativamente superficial. Pela movimentação do solo, diversas casas na Estação já desabaram, cuja causa parece ser a presença pouco profunda desse folhelho, formado de argila

do tipo 1:2 (10). O tipo de estrutura dêsse material e o alto coeficiente de expansão e contração dessas argilas propiciam deslizamentos de solos, provávelmente responsáveis pelos desabamentos assinalados.

Todos os solos parecem ter sido cobertos com matas, mesmo os de aluvião. Atualmente parte da área está em culturas e a restante, em maior porcentagem, mantém-se coberta com pastagem. A gramínea dominante nos pastos é o capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) que parece ser ótimo vegetal no travamento do solo aos fenômenos erosivos. Um serviço de terraceamento foi feito em tôda a Estação, com pouca eficiência.

4 — SOLOS

As séries encontradas foram em geral denominadas pelos acidentes geográficos ou propriedades marcantes do solo e são apresentadas segundo a classificação climática (1, 6, 16); para os Latossolos não se procurou definir os grandes grupos. A distribuição geográfica das unidades encontra-se na figura 1⁽¹⁾. Certas áreas, como as construídas, estradas etc., não foram computadas na distribuição dos solos.

4.1 — SOLOS ZONAIS

Os tipos de solo da subordem Latossolo podem ser grupados em duas classes, segundo a drenagem: a) solos de boa drenagem, formados pelas séries monotípicas Pinhão, Pinda e Ponte Alta; b) os moderadamente drenados, constituídos pelas séries Guatemala e Gleba.

4.1.1 — SÉRIE PINHÃO (Pi) ⁽²⁾

Área de ocorrência — 67,3 hectares. Esta série foi inicialmente caracterizada pelo perfil 715, que posteriormente se revelou como transição para a série Pinda. No estudo das propriedades químicas que interessam às plantas foram colhidas as amostras compostas 4082, 4094 e 4106⁽³⁾, cujos resultados analíticos encontram-se no quadro 1.

Fatores de formação — São solos originados de sedimentos argilo-arenosos do Terciário, com cobertura primitiva de mata. Ocorrem em

(1) A Seção de Agrogeologia fornecerá, mediante requisição, cópia heliográfica da planta na escala de 1:4000.

(2) Convenção adotada nos mapas de solos.

(3) Números do arquivo da Seção de Agrogeologia.

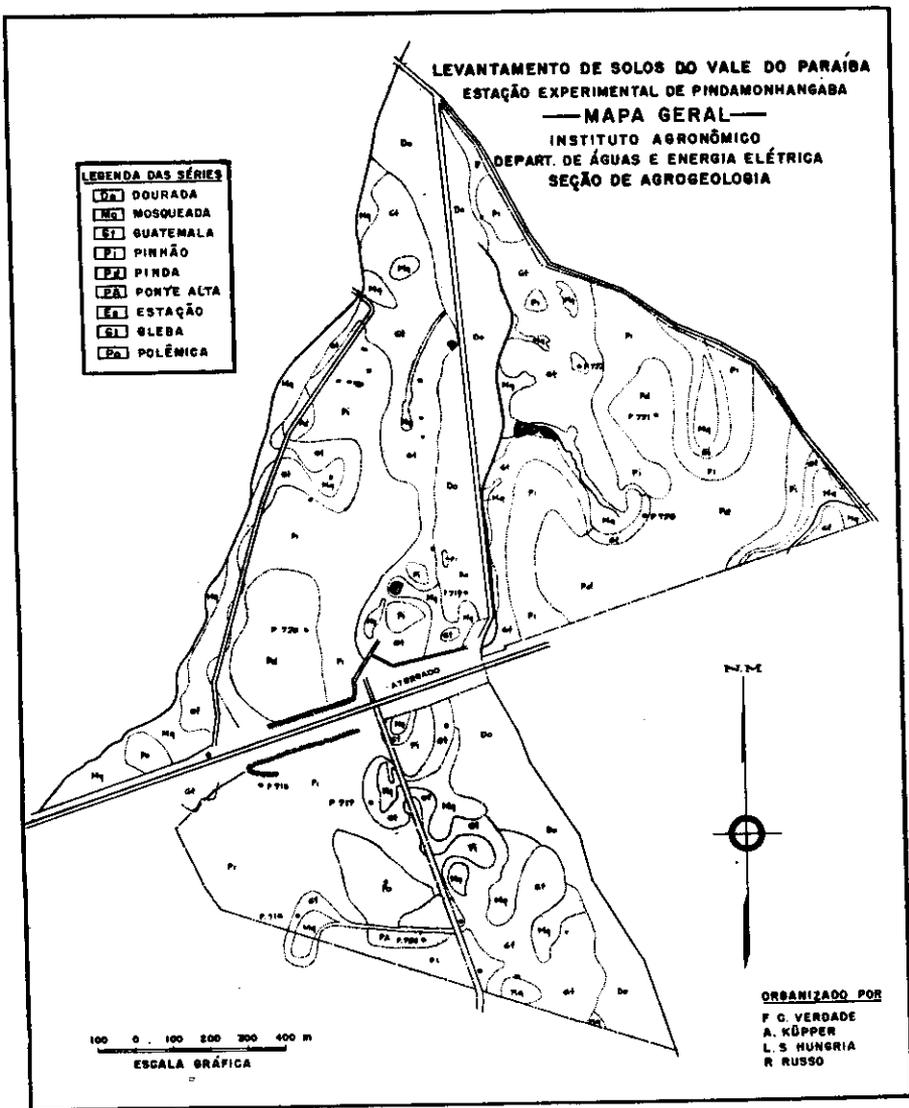


FIGURA 1. — Distribuição geográfica das unidades componentes do levantamento pedológico da Estação Experimental de Pindamonhangaba, E.F.C.B.

relêvo ondulado a fortemente ondulado e a drenagem, tanto interna como externa, é boa. São solos bastante sujeitos à erosão.

Solos associados — A série Pinhão está relacionada topograficamente com a série Guatemala, que é o membro moderadamente drenado da catena que contém êsses dois solos. Comumente é encontrada junto à série Pinda, formando uma litoseqüência, ocupando a posição de meia-encosta; caso contrário, distribui-se pelo alto do morro.

Descrição do perfil — O perfil 715 é atualmente considerado como uma transição para a série Pinda, em virtude de possuir o horizonte A argiloso, enquanto que na Pinhão tal camada é barrenta. Outras características da Pinda também estão ausentes.

O perfil 715 foi descrito num corte de estrada auxiliar à via Dutra, onde a declividade era de cêrca de 5%. Não havia indícios que as camadas tivessem sido perturbadas pelos trabalhos de abertura do corte, nem sinais de erosão. O solo era cultivado antes da construção da estrada, mas agora está coberto com capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). A sua descrição foi:

0,16 cm — A_{1p} camada a, textura argilosa, de côr 10 YR 3/4, bruno-amarelada escura (*), com estrutura granular grossa, moderada; pouco plástica e pegajosa. A consistência úmida é friável a firme. O horizonte é de topografia plana e o seu limite com A₃ é abrupto.

16-27 cm — A₃ camada b, textura argilosa, de côr 10 YR 3/4, bruno-amarelada escura, subangular muito fina, moderada, cava em subangular fina; pouco plástica, pouco pegajosa e firme. A topografia é plana e o limite com B₁ é claro.

27-42 cm — B₂ camada c, argilosa, de côr 7,5 YR 4/4, bruno-escura a bruna, estrutura prismática muito grossa (só notada em cortes antigos) que rompe em subangular moderada. Plástica, pegajosa, friável, com topografia plana e limite claro.

42-95 cm — B₂₂ camada e, argilosa; 5 YR 4/8, vermelho-amarelada; mantém a estrutura prismática anterior, que se rompe em subangular; pouco plástica, pouco pegajosa e muito friável. A topografia é plana e o limite para o horizonte seguinte é gradual.

99-152 cm — B₃ camada e, 5 YR 5/8, vermelho-amarelada, argilosa, sem estrutura e com consistência semelhante ao horizonte anterior. O limite é gradual e a topografia é plana.

152-252 ou mais cm — C₁ (camada f), argilosa; 2,5 YR 4/8 vermelho, estrutura subangular do material original, não plástica, não pegajosa e friável.

(*) A menos que seja especificado, a côr se refere à "Munsell Color Chart" e foi obtida com o solo nas condições naturais.

O solo pertence à subordem Latossolo, representando uma transição para a Série Pinda e, portanto, uma variação local do tipo Pinhão.

As propriedades físicas, apresentadas em outro trabalho (17), indicam que são solos argilosos, com massa específica aparente ao redor de 1,1, com adensamento na segunda e terceira camadas (como é indicado também pela porosidade natural). A umidade de murchamento é ao redor de 15% em pêso, aumentando em profundidade.

Os dados químicos indicados no levantamento geral (17) mostram que o pH é baixo, pouco variando para a última camada. A matéria orgânica diminui em profundidade, como é normal nos solos bem drenados. Os elementos trocáveis, em teores baixos, seguem a matéria orgânica, o mesmo ocorrendo com a acidez hidrolítica e a de troca, porém em teores altos. A capacidade de troca diminui para o horizonte C, provavelmente como consequência da diminuição da matéria orgânica.

Os dados químicos das amostras de fertilidade (quadro 2) indicam que, dentro dos padrões de São Paulo, são solos muito ácidos com teores baixos de fósforo, cálcio e magnésio trocáveis e médios os de potássio trocável. A porcentagem de carbono varia entre 1,7 a 2,1 e o hidrogênio entre 0,18 e 0,33%. Apresenta altas quantidades de hidrogênio e alumínio trocáveis e, aliado à baixa quantidade de bases, existe baixa saturação em bases.

4.1.2 — SÉRIE PINDA (Pd)

Área de ocorrência — 29,4 hectares. Foram colhidos dois perfis, 720 e 721, e as amostras compostas 4095, 4103, 4105 e 4108. Ambos perfis são apresentados em outro trabalho (17). Os resultados analíticos das amostras para avaliar a fertilidade encontram-se no quadro 1.

Fatores de formação — Estes solos se desenvolvem em sedimentos argilo-arenosos do Terciário, tendo primitivamente cobertura vegetal de mata, como atestam as pequenas áreas florestadas da vizinhança. Aparecem em relêvo ondulado a fortemente ondulado, tendo boa drenagem, tanto interna como externamente. Sua situação topográfica é de alto de morro.

Solos associados — É o membro bem drenado de uma catena, cuja componente de drenagem moderada é a série Gleba. Quando está junto à série Pinhão, ocupa sempre as partes mais elevadas e ambas formam uma litoseqüência comum no município de Pindamonhangaba.

Descrição do perfil — Escolheu-se o perfil 721, que é considerado como modal, para descrição.

A cobertura vegetal no local da trincheira é de pasto com dominância de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) sobre “arranha-gato” (*Acacia plumosa* Lowe), capim do gênero *Panicum*, algumas malváceas etc. A série Pinda, na Estação Experimental, acha-se na maior parte em regime de pasto, com pequena fração em cultura de café. A erosão não era visível no local, mas é provável que já tenham ocorrido os efeitos dêsse fenômeno.

Morfologicamente o perfil foi descrito:

- 0-12 cm — A_{1p}, camada a, argilosa, de côr 10 YR 3/2 a 3/3, grizeo-bruna muito escura, com estrutura subangular muito fina, moderada, cavando em subangular grossa. A consistência é pouco plástica, pouco pegajosa e friável.
- 14-42 cm — A₃, camada b, argilosa, com estrutura subangular fina, forte, cavando em subangular grossa, de côr 10 YR 3/4 a 4/4, bruno-amarelada escura, plástica, pegajosa e friável.
- 42-58 cm — B₁, camada c, argilosa, de côr 5 YR 3/3 a 3/4, bruno-avermelhada escura, subangular grossa, plástica, pegajosa e muito friável.
- 58-90 cm — B₂, camada d, argilosa, côr 5 YR 3/3, bruno-avermelhada escura, sem estrutura (maciça) cavando em subangular que rompe em granular muito fina. Apresenta-se plástica, pegajosa e muito friável.
- 90-120 cm — B/C, camada e, argilosa, côr 5 YR 3/4 a 4/4, bruno-avermelhada, maciça, cavando na mesma forma que a anterior. Consistência plástica, pegajosa e muito friável.
- 120-160 ou mais cm — C, camada f, argilosa, de côr 5 YR 5/8 a 6/8, vermelho-amarelada, com as demais características da camada anterior.

O solo foi classificado na subordem Latossolo. A análise mecânica indica a presença de um B textural, isto é, acúmulo de argila nesse horizonte. A porosidade aumenta em profundidade bem como a umidade equivalente e a água capilar máxima. São solos com alta umidade equivalente, ao redor de 22% em pêso, e conseqüente umidade de murchamento alta.

São solos bastante ácidos, com o pH decrescendo levemente em profundidade. A matéria orgânica diminui para as camadas inferiores, porém muito lentamente e atinge, com bons teores, a profundidades excepcionais para as condições de São Paulo (a 120 cm de profundidade o teor de carbono é 0,8%). As quantidades de K⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ são

muito baixas e decrescem em profundidade. O alumínio trocável é alto e mantém-se constante em todo o perfil, ao passo que o H^+ diminui para o horizonte C mas sempre em altos teores. A capacidade de troca em bases é média e acompanha diretamente a variação quantitativa da matéria orgânica. A saturação em bases, reflexo das condições anteriores, é muito baixa.

Pelas amostras de fertilidade expostas no quadro 2 verifica-se que a série Pinda apresenta alta porcentagem de matéria orgânica, baixíssimos teores em fósforo solúvel, baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis e médios os de potássio. Os índices de acidez são altos.

4.1.3 — SÉRIE POLEMICA (Po)

Área de ocorrência — 4,9 hectares. Na Estação tal tipo foi estudado pelo perfil 718 e, devido à sua ocorrência limitada, só uma amostra composta foi colhida (4086).

Fatores de formação — Solo derivado de sedimento argilo-arenoso do terciário, em condições de boa drenagem. Sua distribuição é limitada, indicando que o tipo de sedimento constitui variação local das mais comuns que produzem a série Pinda e Pinhão, parecendo provir de certas bôlsas existentes nos estratos terciários. A cobertura vegetal primitiva foi de mata e atualmente a maior porcentagem encontra-se em regime de pasto com capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.).

Solos associados — Os seus associados hidromórficos ainda não foram encontrados e na Estação limita-se com as séries Pinhão e Ponte Alta.

Descrição do perfil — A trincheira foi aberta em alto de morrote, em declividade local de 1 a 3%. O terreno tinha restos da cultura de milho, com feijão intercalar. Notavam-se em certos pontos sinais de erosão. Os horizontes eram bastante perfurados por raízes e formigas, cuja ação aumentava da superfície até o horizonte A_3 , diminuindo para o C.

As suas características foram descritas da seguinte maneira:

0-15 cm — A_{1p} , camada a, côr 5 YR 3/3, bruno-avermelhada escura; argilosa, maciça que rompe em subangular grossa até muito fina. Consistência pouco plástica, pouco pegajosa, muito friável e levemente dura. Camada bastante modificada pela aração. Limite do horizonte claro.

15-50 cm — A₃, camada b, cõr 2,5 YR 3/4, bruno-avermelhada escura; argilosa, estrutura subangular muito fina, bem desenvolvida e cava em subangular grossa. Plástica, pegajosa, muito friável e dura é a consistência desta camada. Apresenta limite claro para a camada seguinte.

50-76 cm — B₂, camada c, argilosa, cõr 2,5 YR 3/2, vermelho-sombria, com a mesma estrutura anterior; consistência plástica, pegajosa e friável. Limite gradual é a sua passagem para o horizonte seguinte.

76-104 cm — B₃, camada d, argilosa, cõr 5 YR 3/4, bruno-avermelhada escura, granular muito fina e cava em subangular; consistência plástica, pegajosa e muito friável. Apresenta limite claro.

104-150 cm ou mais — C, camada e, argilosa, cõr 5 YR 5/8, vermelho-amarelada; tendo estrutura granular muito fina, cava em subangular média e fraca. Consistência pouco plástica, pegajosa e muito friável.

A topografia dos horizontes é plana, exceto para A₃/B₂, que é ondulada. Existe pequeno matizado no A₃, e B₂ e B₃ possuem material de coloração diferente, transportado por formigas.

É um latossolo.

As análises físicas (17) revelam que a quantidade de argila aumenta continuamente para o B (B₃ e C possuem o mesmo teor). Há um adensamento no A₃ e a porosidade do perfil é alta. A alta umidade equivalente é praticamente constante no perfil, o mesmo acontecendo com a água capilar máxima. O solo é bom fornecedor de água para as plantas.

Quimicamente são solos muito ácidos, pouco variando em profundidade. Os teores de matéria orgânica são altos mesmo para as camadas mais profundas (a 120 cm o teor de C é 0,7%). O fósforo se apresenta em quantidades baixas em todo o perfil, o mesmo acontecendo com o K⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺. O hidrogênio e alumínio trocáveis são altos, e também diminuem em profundidade. A capacidade de troca de bases é média.

Os dados analíticos da amostra composta (quadro 2) seguem as indicações da camada superficial do perfil.

4.1.4 — SÉRIE PONTE ALTA (PA)

Área de ocorrência — 1,9 hectares. Solo representado pelo perfil 724 (17) e amostra de fertilidade Av. 4087, cujas análises se acham anexadas ao presente trabalho.

Fatores de formação — Solo também formado em sedimento argilo-arenoso do terciário e em condições de boa drenagem. Sua cobertura vegetal primitiva era de mata e atualmente coberto com pastos. Ocorre em áreas restritas.

Solos associados — Não foi encontrada a seqüência hidromórfica por ser pequena a sua distribuição geográfica. Na Estação Experimental encontra-se junto às séries Pinhão e Polêmica.

Descrição do perfil — O perfil 724 foi retirado em solo de pasto com dominância de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), tendo ao lado uma plantação de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) com ótimo aspecto. A declividade local é de 10-12%, bem drenado, não existindo sinais de erosão. O perfil foi colhido na meia encosta do morro.

A descrição morfológica do perfil é:

0-16 cm — A_{1p}, camada a, argilosa, cor 5 YR 3/4, bruno-avermelhada escura; com estrutura subangular muito fina, moderada, cavando em subangular. A consistência úmida é friável e a molhada, plástica e pegajosa.

16-38 cm — A₃₁, camada b, argilosa, estrutura igual a anterior mas forte, cor 5 YR 4/4, bruno-avermelhada e de consistência semelhante à camada anterior.

38-60 cm — A₃₂, camada c, cor 2,5 YR 4/6 a 5 YR 4/6, vermelha a vermelho-amarelada, argilosa, mesmas estrutura e consistência da camada anterior.

60-88 cm — B₂, camada d, cor 2,5 YR 3/6, vermelho-escura, argilosa, subangular muito fina rompendo em subangular com a mesma consistência anterior, porém um pouco mais intensa.

88-102 cm — B/C, transição para o horizonte inferior.

102-150 ou mais cm — C, camada e, 5 YR 5/8, vermelho-amarelada, argilosa e sem estrutura. Consistência plástica, pegajosa e muito friável.

Uma amostra em profundidade (220 cm), colhida com o trado, deu textura barrenta. Os horizontes são todos ondulados e os limites são claros, exceto B/C que é gradual. Canaliculos são abundantes até B₂, de onde diminuem para o C. A presença de uma camada barrenta em profundidade e um A excepcionalmente profundo parecem indicar nesta série a estratificação do material original e não fenômeno de movimentação de argila.

Classificou-se este solo dentro da subordem Latossolo.

É solo poroso e a massa específica diminui em profundidade e o inverso se processa com a porosidade natural. Tem alta retenção de umidade.

Quimicamente são muito ácidos, cujo pH se mantém praticamente constante em todo o perfil; bom teor de matéria orgânica, que atinge grande profundidade. Os teores dos demais elementos são muito baixos, enquanto os índices de acidez são altos. A saturação em bases, em consequência dos dados anteriores, é muito baixa.

A amostra de fertilidade (quadro 2) revelou os mesmos dados expressos na camada superficial do perfil.

4.1.5 — SÉRIE GUATEMALA (Gt)

Área de ocorrência — 58,3 hectares. Foram colhidos dois perfis, sendo que o de número 717 define a série Guatemala, enquanto o 716 representa uma transição para a série Mosqueada e não é descrito neste trabalho, porém em outro (17). As amostras de fertilidade 4088, 4098 e 4102 procuram indicar as variações dos teores químicos utilizados para analisar tal propriedade.

Fatores de formação — São solos derivados dos mesmos sedimentos que a série Pinhão, porém em condições de drenagem moderada. Situam-se nas partes baixas dos declives e comumente se encontram recobertos com pequenas camadas arenosas, resultantes dos fenômenos erosivos. Pela dificuldade de se separar em mapas tais fases, elas foram incluídas dentro dos solos normais. A sua vegetação primitiva foi de mata, como é indicado pelos resíduos de floresta, esparsos pelo município. A declividade em geral é suave, dentro do relêvo ondulado a fortemente ondulado. A drenagem é moderada. A distribuição da série se faz por faixas ao redor das baixadas ou ao longo dos ribeirões, exceto em elevações baixas onde ela pode ocupar tôda a superfície. A largura das faixas está condicionada pela declividade, sendo maior quanto menor fôr a inclinação. Na Estação Experimental encontram-se cultivadas com milho e seringueira ou em regime de pastagem.

Solos associados — Está sempre associada à série Pinhão, formando os primeiros elementos duma catena, que é integrada pela série Estação, mal drenada.

Descrição do perfil — O perfil 717 foi retirado em uma plantação nova de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) com vegetação expontânea de gramíneas. A declividade local era de 5 a 8%, e, naturalmente, com drenagem moderada.

O perfil foi descrito morfológicamente da seguinte maneira:

- 0-12 cm — A_{1p}, camada a, argilosa côr 10 YR 3/4, bruno-amarelada escura, estrutura granular média, fraca, com tendência a subangular; pouco plástica, pouco pegajosa e friável. O limite do horizonte é abrupto.
- 12-30 cm — A₃, camada b, barrenta (limite com argilosa), côr semelhante à anterior, maciça com tendência a subangular; consistência plástica, pegajosa e friável. O limite para B₁ é abrupto.
- 30-46 cm — B₁, camada c, côr 10 YR 5/4, bruno-amarelada, com estrutura subangular moderada, plástica, pegajosa e friável. A textura é argilosa. O limite é claro e a topografia plana.
- 46-72 cm — B₂₁, camada d, côr 10 YR 5/4, bruno-amarelada e textura argilosa. Consistência plástica, pegajosa e friável, tendo o limite gradual e topografia ondulada.
- 72-82 cm — transição não colhida.
- 82-100 cm — B₂, camada e, côr 10 YR 4/4, bruno-amarelada escura, com mosqueamento amarelado na parte superior e avermelhado na inferior, fino e distinto. Estrutura subangular média, com filmes escuros, plástica, pegajosa, e firme. O limite para a camada seguinte é gradual.
- 100-109 cm — transição não colhida.
- 109-150 cm — C_k, camada f, argilosa, côr 2,5 YR 6/2, vermelho-pálida e mosqueamento 5 YR 4/8, com manchas 2,5 Y 3/4 e 3/2. Plástica e pegajosa.

Todos os horizontes possuem limites planos exceto B₁/B₂.

Os dados físicos (17) indicam que a porosidade pouco varia em profundidade, sendo relativamente alta; a umidade equivalente e a água capilar máxima são altas e aumentam para a camada a. São solos porosos e com capacidade de fornecer água às plantas.

Ácidos, com teor de matéria orgânica baixo e diminuindo verticalmente, o mesmo ocorrendo com as bases trocáveis. A acidez de troca é alta e a hidrolítica é média. A saturação de bases é muito baixa, enquanto a capacidade de troca de bases é média.

As amostras de fertilidade (quadro 2) indicam que os solos dêste tipo na Estação apresentam as características acima referidas ao perfil, apresentando ainda baixos teores de fósforo e de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺.

4.1.6 — SÉRIE GLEBA (G1)

Área de ocorrência — 0,7 hectare. O perfil colhido nesta Estação, número 723, representa uma transição para a série Mosqueada. Tal perfil encontra-se descrito em outro trabalho e no quadro 2 encontram-se os dados analíticos de uma amostra superficial, número 4107.

São solos profundos, originados dos mesmos sedimentos terciários que dão origem à série Pinda, porém em condições de drenagem moderada. Sua posição topográfica é de fim de declive, em região ondulada a fortemente ondulada. Está associada topograficamente à série Pinda, formando um dos elementos integrantes duma catena. É relacionada, também, com as séries Mosqueada e Estação.

São argilosos e porosos. Quimicamente se apresentam muito ácidos, com teores médios de carbono e nitrogênio, baixos teores de cálcio, magnésio e potássio trocáveis. A saturação em bases é baixa. O fósforo se apresenta em nível baixo.

A amostra superficial apresenta as mesmas indicações que o perfil sumariamente descrito acima.

4.2 — SOLOS INTRAZONAIS

Dentro desta categoria foram encontradas as séries Mosqueada e Estação, representadas respectivamente pelos grandes grupos Glei Pouco Húmico e Glei Húmico.

4.2.1 — SÉRIE MOSQUEADA (M_q)

Área de ocorrência — 25,2 hectares. Em virtude das condições de umidade, que impediram a abertura do perfil, a série foi definida através de tradagens. A fertilidade foi estudada pelas amostras compostas e superficiais de números 4089, 4091, 4099, 4104 e 4109.

Fatores de formação — Formado por sedimentos argilosos do terciário, em condições de má drenagem. Admitimos que tenha havido concurso de materiais erodidos recentemente, porém ainda não foi possível detalhar essa contribuição. A vegetação primitiva foi de mata e a atual consiste de gramíneas e ciperáceas. Solos hidromórficos gleisados, de idade relativamente recente.

Solos associados — Associa-se com a série Gleba e Guatemala. Parece constituir elemento integrante das duas catenas Pinda e Pinhão porque ainda não foram notadas diferenças para estabelecer séries mal drenadas para cada catena.

Descrição das tradagens — O local da amostragem estava vegetado com gramíneas e ciperáceas. Na época a água espelhava à superfície e temos a assinalar que em grande parte do ano encontramos tal condição.

QUADRO 1. — Características químicas das amostras compostas de fertilidade

Série	Amostra n.º	pH	C/N	Em 100g de terra fina seca ao ar										T	V
				Teor total		Teor solúvel			Teor trocável						
				C	N	PO ₄ -3	Mn++	K+	Ca++	Mg++	Al+3	H+	S		
				%	%	e.mg	e.mg	e.mg	e.mg	e.mg	e.mg	e.mg	e.mg		
PI	4082	4,70	13,3	2,14	0,16	0,05	0,04	0,27	1,61	0,39	3,3	12,4	2,27	18,0	12,6
	4094	4,80	13,7	1,72	0,13	0,02	0,03	0,15	1,02	0,50	3,4	9,6	1,67	14,7	11,4
	4106	4,85	10,3	1,80	0,18	0,05	0,06	0,39	1,07	0,41	3,6	8,6	1,87	14,1	13,3
Pd	4095	5,00	13,1	1,97	0,15	0,02	0,04	0,32	1,24	0,86	3,4	9,7	2,42	15,5	15,6
	4103	4,60	11,0	1,98	0,18	0,03	0,03	0,09	0,93	0,40	5,2	12,9	1,42	19,5	7,3
	4105	4,90	18,4	2,58	0,14	0,05	0,04	0,26	1,70	0,47	3,7	10,7	2,43	16,8	14,4
	4108	4,60	14,5	2,34	0,16	0,05	0,03	0,28	0,47	0,36	5,9	12,4	1,11	19,4	5,7
Po	4086	4,65	12,2	1,62	0,13	0,03	0,05	0,08	0,85	0,35	4,1	11,3	1,28	16,7	7,7
PA	4087	4,75	11,8	1,54	0,13	0,02	0,04	0,18	0,88	0,70	4,5	11,6	1,76	17,9	9,9
Gt	4088	4,60	13,1	1,44	0,11	0,04	0,06	0,17	0,97	0,42	3,8	9,2	1,56	14,6	10,7
	4090	4,70	12,4	1,24	0,10	0,10	0,08	0,25	1,08	0,67	3,4	8,1	2,00	13,5	14,8
	4098	5,10	10,0	0,80	0,08	0,14	0,14	0,44	2,15	0,82	2,0	8,5	3,41	13,9	24,5
	4102	4,90	15,4	1,54	0,10	0,02	0,03	0,17	0,92	0,42	3,3	8,0	1,51	12,8	11,8
Gl	4107	4,50	12,7	1,40	0,11	0,03	0,04	0,09	0,50	0,35	5,0	8,3	0,94	14,2	6,6
Mq	4089	4,75	12,6	1,77	0,14	0,06	0,07	0,16	0,63	0,39	5,0	11,3	1,18	17,5	6,8
	4091	5,05	9,6	1,72	0,18	0,08	0,58	0,23	2,22	0,58	3,2	11,8	5,18	19,6	26,5
	4099	5,15	14,5	1,60	0,11	0,35	0,21	0,24	2,70	1,15	2,9	10,2	4,30	17,4	24,7
	4104	5,00	6,3	2,78	0,41	0,04	0,02	0,13	0,68	0,31	8,9	28,8	1,12	38,8	2,9
	4109	4,80	13,7	3,41	0,25	0,05	0,08	0,14	0,70	0,41	6,6	14,9	1,25	22,8	5,5
Es	4101	4,80	19,5	3,32	0,17	0,04	0,03	0,32	0,60	0,29	6,7	20,2	1,21	28,1	4,3
Do	4092	4,85	11,9	1,78	0,15	0,07	0,14	0,18	0,96	0,64	5,5	12,2	1,78	19,5	9,1
	4093	5,10	9,5	1,62	0,17	0,09	0,40	0,30	3,38	2,37	3,8	10,0	6,04	19,8	30,4
	4096	5,30	11,1	1,44	0,13	0,12	0,80	0,28	4,12	2,76	3,6	8,4	7,16	19,2	37,4
	4097	5,40	10,8	1,30	0,12	0,12	1,01	0,21	4,10	2,65	1,2	9,9	6,69	18,1	38,5
	4100	5,10	9,4	1,59	0,17	0,11	0,33	0,30	4,95	3,72	3,0	12,9	8,97	24,9	36,1

0-15 cm — TR 2469, camada a, barrenta, côr 2,5 Y 3/ , grizea muito escura, gleizada, plástica e pegajosa. Provavelmente horizonte A_{1g}.

15-40 cm — TR 2470, camada b, côr 10 YR 5/, grizea, gleizada. Aos 30 cm aparece mosqueamento fino, de côr 10 YR 5/8 e uniforme. Horizonte provável. B_{1g}, argiloso.

40-70 cm — TR 2471, camada c, argilosa, côr e mosqueamento similares aos da camada anterior, não tão uniformes. Provavelmente B_{2g}.

70-90 cm — TR 2472, camada d, argilosa, côr semelhante à anterior, com mosqueamento grosso, dominante, não bem distribuído. Provavelmente ainda horizonte B_{2g}.

As principais características físicas e químicas encontram-se no quadro 2.

Solo ácido, com pH diminuindo pouco em profundidade, teor alto de matéria orgânica e nitrogênio. Baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis, que se mantêm constantes até a última camada. Alto teor de potássio trocável na superfície, diminuindo bastante em profundidade; tem também altos teores de H e Al trocáveis.

As amostras compostas (quadro 2) indicam que a série possui teores variáveis de matéria orgânica e potássio trocável. Os demais elementos seguem a descrição acima.

QUADRO 2. — Características químicas e físicas da série Mosqueada, obtidas nas amostras da sondagem

DETERMINAÇÕES	TR 2469	TR 2470	TR 2471	TR 2472
Aprofundidade (em cm) -----	0-15	15-40	40-70	70-90
Freia grossa (%) -----	26,5	27,0	23,5	27,0
Fração intermediária, limo mais areia fina (%) -----	41,0	27,0	21,0	19,5
Argila (%) -----	32,5	46,0	55,5	53,5
C (%) -----	4,04	1,08	0,70	0,52
N (%) -----	0,22	0,16	0,06	0,04
Relação C/N -----	18,4	10,8	10,3	13,0
PO ₄ ⁻³ solúvel (e.mg/100g) -----	0,05	0,03	0,06	0,12
Mn ⁺⁺ solúvel (e.mg/100g) -----	0,04	0,03	0,03	0,04
K trocável (e.mg/100g) -----	0,20	0,09	0,11	0,15
Ca trocável (e.mg/100g) -----	1,04	1,00	1,21	1,33
Mg trocável (e.mg/100g) -----	0,65	0,76	0,96	1,36
Al trocável (e.mg/100g) -----	5,6	6,7	5,8	5,8
H trocável (e.mg/100g) -----	13,6	9,3	8,0	6,9
S (e.mg/100g) -----	1,80	1,85	2,28	2,84
T (e.mg/100g) -----	21,1	17,9	16,1	15,5
V (%) -----	9,0	10,4	14,2	18,3

4.2.2 — SÉRIE ESTAÇÃO (Es)

Área de ocorrência — 0,1 hectare. Série definida pelo perfil 722 e com uma única amostra de fertilidade, 4101.

Fatores de formação — Solo formado em bacias com condições de má drenagem e, pelo estudo do perfil, resulta da estratificação de materiais trazidos por água. Apesar dos estratos não deve ser classificado como aluvião visto que adquiriu caracteres morfológicos devidos às condições ambientes. Pelas observações de campo conclui-se que a vegetação primitiva era de mata, estando atualmente coberto com gramíneas e ciperáceas rasteiras. As condições locais reinantes permitem acúmulo de matéria orgânica, com formação do grande grupo Glei Húmico.

Solos associados — Tem sido encontrado só em baixadas que possuem pequeno escoamento, ao longo de córregos ou ribeirões. Associa-se, portanto, aos solos moderadamente drenados, Guatemala e Gleba, e não às aluviões. Sua extensão é bastante restrita. Na ausência de estratificação, esta série formaria o elo terminal das catenas já indicadas.

Descrição do perfil — O perfil foi colhido em pequena bacia interna do Terciário. É formado por estratos argilosos sôbre barrentos, originados por fenômenos erosivos locais. A declividade é de 0-1% e a vegetação, de pasto, contém gramíneas baixas.

O perfil foi descrito da seguinte forma:

0-23 cm — A_{11p} , camada a, argilosa de côr 10 YR 2/2, bruno-escura, com estrutura granular média a fina, tendendo para subangular. Consistência plástica, pouco pegajosa e friável.

23-40 cm — A_{12} , camada b, argilosa, com a mesma côr e propriedades gerais da camada anterior, diferindo na tonalidade mais leve e grau de estrutura.

40-60 cm — A_3 , camada c, argilosa, de côr 10 YR 2/1, preta, com estrutura subangular muito fina, moderada a forte. Consistência similar à da camada a.

60-89 cm — B_{2g} , camada d, barrenta, côr 10 YR 3/1 a 4/1, grizeo-escura, com mosqueamento 2,5 Y 3/2 e 10 YR 6/1, fino, comum e fraco. Não apresenta estrutura (maciça) e tem consistência similar à da camada anterior.

89-116 cm — D_1 , camada e, barrenta, de côr 10 YR 3/1, grizeo-escura e demais propriedades semelhantes à anterior.

116-130 cm ou mais — D_{2g} , barrenta, 10 YR 6/1, grízea, com mosqueamento nos canais de raízes, 10 YR 5/1 e 7/4 e 2,5 Y 6/4. As demais propriedades são semelhantes às das camadas anteriores.

O grande grupo de solo é o Glei Húmico. Difere da série Mosqueada pela presença, nos horizontes superficiais, da matéria orgânica humificada e escura, em mistura com substância mineral.

Os dados físicos revelam que a quantidade de argila diminui bastante em profundidade, indicando estratificação de materiais e essa variação está acompanhada pela porosidade. São solos porosos, com umidade equivalente e água capilar máxima altas, tendo boa capacidade de fornecimento de água às plantas, aliadas à condição de drenagem.

As análises dos diversos horizontes indicam o acúmulo de matéria orgânica na superfície, em escala maior que nos solos bem drenados; todos os elementos que interessam diretamente às plantas diminuem em seus teores para as camadas mais profundas e são em baixas quantidades, com exceção do potássio. Em consequência da matéria orgânica humificada, são solos com altos teores de acidez hidrolítica e de troca, com alta capacidade de troca e índice de saturação muito baixo.

Foi colhida uma única amostra de fertilidade (quadro 1), número 4101, onde se revelam as condições acima indicadas.

4.3 — SOLOS AZONAIS

Na Estação Experimental de Pindamonhangaba encontra-se um único representante, que é a série Dourada⁽⁵⁾. Este solo, de aluvião, representa a sedimentação recente de material do Terciário e pré-Cambriano trazido pelos ribeirões Pinhão dos Borbas e Pinhão. A granulometria dos sedimentos é predominantemente argilosa, mas pequenas manchas arenosas podem ser encontradas e representam antigas passagens dos ribeirões. Essas manchas são muito limitadas e impossíveis de registro no mapa, mesmo na escala 1:4000.

4.3.1 — SÉRIE DOURADA (Do)

Área de ocorrência — 35 hectares. Foi estudada pelas tradagens TR 2474 a 2477. O perfil 719, colhido nesta área aluvional, revela a presença de areia em camadas profundas e representa antiga passagem do leito do ribeirão. Esta sua característica foi indicada pelo histórico do local e na delimitação dos solos.

As amostras de fertilidade, distribuídas por toda a ocorrência, são de números 4092, 4093, 4096, 4097 e 4100. As suas propriedades são encontradas no quadro.

(5) Inicialmente definida como série Prateada, porém, hoje dentro das propriedades daquela série.

Fatores de formação — Os sedimentos transportados pelos ribeirões Pinhão e Pinhão dos Borbas são resultantes dos fenômenos erosivos das formações Terciária e pré-Cambriana. A Estação situa-se na formação Terciária, distante da segunda e onde os ribeirões têm o leito mais acidentado. As várzeas da Estação, portanto, têm as aluviões argilosas, contrastando da pré-Cambriana onde elas são arenosas. A contribuição do pré-Cambriano às aluviões é indicada pela presença da mica.

Acredita-se que tais solos estiveram cobertos com matas, porém agora a quase totalidade se acha em cultura com arroz.

Esse tipo de agricultura, propiciado pelo solo e facilidade de irrigação, resultou em profundas alterações no perfil. Pela ação do nivelamento, construção de quadros e canais, desvios de ribeirões etc., o homem removeu ou adicionou terra, invertendo as camadas superficiais do solo. Por exemplo, o perfil 719 situa-se no antigo leito do ribeirão, desviado atualmente em cerca de 150 m do local.

As aluviões são solos ainda em formação, cujos sedimentos ainda são depositados nos períodos de enchentes. Não existe desenvolvimento do perfil e as camadas são delimitadas pela cor e textura dos materiais. A topografia é plana, os solos são mal drenados e com gleização.

Solos associados — Normalmente a série Dourada liga-se aos solos moderadamente drenados das partes altas quando ocorre em várzeas de ribeirões. Nas grandes várzeas do rio Paraíba geralmente está associada a outras aluviões.

Descrição das tradagens — O perfil apresenta-se argiloso até 90 cm, de cor grízea (gleização) e com mosqueamento. Existe sempre pelo menos uma camada de tonalidade amarelada. A presença da mica é registrada a partir da superfície e sua quantidade normalmente aumenta em profundidade. A tradagem apresentou as seguintes camadas: 0-20 cm (TR 2474), 20-45 cm (TR 2475), 45-70 cm (TR 2476) e 70-90 cm (TR 2477).

O estudo da fertilidade, pelas amostras compostas indicadas no quadro 1, apresenta-a com teores de carbono entre 1,3 a 1,8% e o nitrogênio entre 0,13 a 0,17%. O fósforo é baixo, enquanto que as bases trocáveis potássio, cálcio e magnésio estão em quantidades consideradas médias. É interessante assinalar que, nestes solos, o teor de magnésio é mais da metade que o de cálcio. Os teores de acidez de troca e hidrolítica são médios e o solo é ácido.

A SOIL SURVEY OF THE PINDAMONHANGABA AGR. EXP. STA.

SUMMARY

A detailed soil survey of the Paraíba Valley (Taubaté basin) is being carried on as a cooperative project between the Instituto Agrônômico, Campinas, and the Serviço do Vale do Paraíba. As a part of this project, a soil survey of the Pindamonhangaba Agr. Exp. Sta. (226 hectares) was made, the results of which are reported in this paper.

The soils were classified in monotype series or soil types, Great Soil Group, sub-order, and order, according to the climatic classification. The fertility problems were studied on the basis of composite soil samples collected systematically on the station.

The zonal soils belong to the sub-order Latosol and were defined in soil types Pinhão, Pinda, Polêmica, and Ponte Alta, as well drained soils, and Guatemala and Gleba as moderately drained ones.

As intrazonal soils was the Mosqueada series present, defined as Low Humic Gley and Estação Series as Humic Gley.

The Dourada Series (soil type) is an alluvial soil with clay texture and enters as azonal soil.

LITERATURA CITADA

1. BALDWIN, M., KELLOGG, 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]-1001.
2. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto agrônômico, 1955, 29 p. (Boletim n.º 69)
3. ————— & PAIVA, J. E. (neto). Dosagem do K e Na pelo "Fotômetro de chama". Sua aplicação na análise de solo. *Bragantia* 9:[175]-183. 1949.
4. Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. Relação de projetos por Estação Experimental, aprovados para 1953/54. Campinas, Instituto agrônômico, 69 p. s.d. [impresso em multilite]
5. Instituto Geográfico e Geológico. Carta geológica do Estado de São Paulo. São Paulo, Sec. Agric. do E. S. Paulo, 1947.
6. KELLOGG, C. E. Tropical soils *In* International Congress of Soil Science, 4.º, Amsterdam, 1950. Transactions 1:[1]-11.
7. KÜPPER, A. Dosagem do magnésio pela 8-hidroxiquinolina. Reunião Brasileira de Ciência do Solo, 2.ª, Rio de Janeiro, 1953. Anais, p. 144.

8. MEDINA, H. P. Novas considerações sôbre a classificação granulométrica. Tese apresentada no VI Congresso Bras. Ciência do Solo, São Salvador, Bahia, 1957. [A publicar].
9. ——— & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. Tese apresentada ao VI Congresso Bras. de Ciência do Solo, São Salvador, Bahia, 1957. [A publicar]
10. PAIVA, J. E. (neto). Argilas bentoníticas no terciário do Vale do Paraíba. Bol. Soc. bras. Geol. 5:[5]-15. 1956.
11. ———, 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 S. Paulo. Reunião bras. de Ciência do Solo, 1.^a, Rio de Janeiro, 1947. Anais p. [79]-108.
12. ———, 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 da Seção de Agrogeologia do CIA. Campinas, 1955. p. 153-242. [Não publicado].
13. SCHRÖDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia* 15:[193]-249. 1956.
14. SETZER, J. Contribuição para o estudo do clima do Estado de S. Paulo. São Paulo, Esc. Prof. Salesianas, 1946. 91 p.
15. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual. Washington, U. S. Dept. Agric., 1951. 503 p. (Handbook n.º 18)
16. THORP, J. & SMITH, G. D. Higher categories of soil classification: order, suborder and great soil groups. *Soil Sci.* 48:[117]-129. 1949.
17. VERDADE, F. C., HUNGRIA, L. S., RUSSO, R. [e outros]. Solos da Bacia de Taubaté (Vale do Paraíba). Tese apresentada no VII Cong. Bras. Ciência do Solo, Piracicaba, São Paulo, 1959. [A publicar]