

# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 34

Campinas, novembro de 1975

N.º 21

## DIFERENCIAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE SOLOS, EM DIVERSOS NÍVEIS CATEGÓRICOS, DE DUAS ÁREAS APARENTEMENTE HOMOGÊNEAS DE OXISSOLO (1)

J. BERTOLDO DE OLIVEIRA (2), *Seção de Pedologia, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

Em duas áreas de oxissolo aparentemente homogêneas, com 18,5 ha (Estação Experimental de Limeira) e 16,5 ha (Estação Experimental de Ribeirão Preto) de superfície foi demarcada uma rede de prospecção com 50 metros de malha.

Fez-se a descrição morfológica e foram coletados materiais das camadas 0 — 30 e 80 — 120 m em 74 pontos da área e em 66 da área-2.

Uma série de análises foi efetuada a fim de se poder classificar o solo correspondente a cada ponto segundo a classificação elaborada pelo Soil Survey Staff, cartografar as áreas em vários níveis categóricos e verificar a homogeneidade das áreas, do ponto de vista taxonômico.

Observou-se que, tanto em superfície como em profundidade, os solos apresentaram, nas duas áreas, pequena variação nas características morfológicas, não tendo se destacado, com exceção da textura, do contato petroférico e da espessura verificados na área-2, nenhuma característica como diferenciadora de classe.

Apenas com observações morfológicas é impraticável chegar-se ao nível de grande grupo, visto que a diferenciação dessa categoria na ordem Oxissolo fica na dependência da caracterização analítica do material e não foi possível, nas áreas de estudo, relacionar a morfologia com os dados analíticos.

Podem-se considerar as categorias de família na área-1 e de subgrupo na área-2, como as mais adequadas ao nível de levantamento semidetalhado e na escala de publicação de 1:50.000.

### 1 — INTRODUÇÃO

Na execução dos levantamentos de solos, o pedólogo procura representar nas unidades de mapeamento cartografadas, áreas nas quais as variações de solo sejam menores do que as que ocorrem na paisagem como um todo.

(1) Recebido para publicação em 25 de junho de 1975.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

Para isso ele observa o solo em trincheiras, barrancos de estrada e mediante tradagens. Levando em consideração o relevo, a cobertura vegetal, a ocupação humana e outros aspectos superficiais do terreno, ele extrapola os dados obtidos nesses poucos pontos, para a paisagem geral, delimitando unidades cartográficas, as quais apresentarão uma população de solos tanto mais homogênea quanto menor a variação de características tomadas como critério diferencial de classe.

Numerosos autores (9, 20, 26, 27, 30) demonstraram que numa mesma unidade os solos apresentam variações por vezes importantes em suas características, sendo as características químicas em geral mais variáveis que as físicas e as mineralógicas.

De maneira geral, as classificações de solos estabelecem, já nos primeiros níveis categóricos, critérios relacionados com características químicas.

Esses critérios, particularmente na taxonomia de solos (13) desenvolvida pelo Soil Survey Staff, e especialmente na ordem Oxissolo, são vários: saturação em bases, soma de bases, retenção de cátions, capacidade de troca de cátions, teor de carbono.

Como não há um relacionamento satisfatório entre as características morfológicas e/ou aspectos da paisagem com aqueles critérios, fica difícil, se não impossível, sua utilização para delimitar unidades cartográficas simples.

No presente trabalho é estudado, em duas áreas "a priori" selecionadas como aparentemente homogêneas, a distribuição das unidades de mapeamento em vários níveis categóricos, tomando por base a taxonomia de solos (13).

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 — ESCOLHA DAS ÁREAS

Selecionaram-se duas áreas com feições morfológicas superficiais aparentemente uniformes, a ponto de não permitir a delimitação de glebas diferentes apenas com os recursos da fotointerpretação ou da observação "in loco" sem amostrar e/ou examinar o solo.

Escolheram-se áreas sob idêntica cobertura vegetal, a fim de evitar possíveis variações resultantes das influências de vegetações diferentes.

Devido à maior facilidade de trabalho, optou-se por área em pastagem.

Procurou-se, também, escolher áreas que não sofreram, num período anterior de 10 anos, distúrbios devidos a modificação da vegetação, aplicação de adubos e corretivos, impondo assim novas condições de equilíbrio ao solo.

As áreas selecionadas, ambas em pasto há mais de 10 anos, e denominadas no presente trabalho de área-1 e área-2, localizam-se respectivamente nas Estações Experimentais de Limeira e de Ribeirão Preto, SP.

Os solos da área-1 correlacionam-se com o latossolo vermelho-escuro orto, e os da área-2 com o latossolo roxo, definidos pela Comissão de Solos (33) e ambos com a subordem Ortos, da classificação americana (13).

A área-1, com 18,5 ha, situa-se a 22° 34' S e 47° 25' WG; a área-2, com 16,5 ha, situa-se a 21° 11' S e 47° 23' WG.

## 2.2 — MÉTODO DE AMOSTRAGEM

Em cada uma das áreas selecionadas demarcou-se uma rede de prospecção com malha de 50 m.

Em áreas de aparência homogênea, o sistema de rede de tradagem rígido é o mais indicado, pois nesse caso torna-se difícil estabelecer quais elementos da paisagem devem ser tomados para auxiliar na delimitação de unidades de mapeamento (5, 18).

Em cada ponto da rede abriu-se uma trincheira de 60 x 60 x 60 cm. Em seis pontos da área-1 e em cinco da área-2, abriram-se trincheiras mais profundas, de 100 x 100 x 100 cm, com a finalidade de controlar a variação de características morfológicas não observáveis apenas com tradagem, quais sejam: estrutura, cerosidade e consistência da amostra seca e úmida.

O material da camada superficial foi coletado com enxadão, procurando-se retirar uma fatia de 25 a 30 cm conforme a espessura do epipedom ao longo de uma das faces de cada trincheira.

O material da camada de profundidade foi coletado mediante tradagens efetuadas na base das trincheiras com trado tipo holandês.

O material correspondente às camadas intermediárias entre as citadas acima, foi coletado com pazinha de jardineiro.

Em cada trincheira efetuou-se minuciosa observação e descrição das características morfológicas seguindo-se as instruções do Manual para Descrição do Solo no Campo (7).

As feições geomorfológicas de cada uma das áreas selecionadas são comuns à paisagem regional onde cada qual se insere, sugerindo a possibilidade de extração dos dados obtidos, às áreas semelhantes.

O material coletado corresponde à camada superficial compreendida entre 0 e 30 cm e à camada de profundidade situada entre 80 e 120 cm, as quais serão denominadas, respectivamente, **camada a** e **camada d**.

Em alguns pontos selecionados, coletaram-se materiais intermediários entre essas duas camadas, os quais receberam as denominações de **camada b** e **c** respectivamente.

A camada superficial que corresponde àquela mais intensamente explorada pelo sistema radicular das plantas representa, conforme observou-se em trabalhos anteriores (25, 28), o epipedom das unidades existentes.

Evitou-se propositalmente coletar o material do topo da seção de controle, a fim de evitar alguma possível influência de fertilizantes e corretivos anteriormente aplicados. Como a experiência anterior nessas áreas (25, 28) ensinou serem os solos possuidores de horizonte óxico, profundos e bastante homogêneos, limi-

tou-se a camada de profundidade à faixa entre 80 120 cm, exceção de alguns perfis abertos na Estação Experimental de Ribeirão Preto, nos quais a presença de bancada laterítica não permitiu atingir essa profundidade.

## 2.3 — MÉTODOS ANALÍTICOS

### 2.3.1 — ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

O pH em água e em solução de cloreto de potássio 1N, foram determinados potenciométricamente, após três horas de repouso; relação solo líquido de 1:2,5, nos dois casos.

O carbono orgânico foi determinado pela oxidação da matéria orgânica com solução 0,4N de bicromato de potássio em meio ácido, segundo Vettori (38).

As bases trocáveis foram extraídas por percolação de 100 ml de  $\text{HNO}_3$  0,05N em 10 g de TFSA. O cálcio e o magnésio foram determinados no extrato por espectrofotometria de absorção atômica utilizando-se uma solução de óxido de lantânio a 0,5% para eliminar a interferência do alumínio (34), o potássio foi determinado por fotometria de chama, segundo Catani & Paiva Neto (10).

A acidez titulável ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) foi determinada mediante extração por percolação com 100 ml de acetato de cálcio 1N a pH 7 em 5 g de TFSA e titulação com NaOH 0,05N, usando a fenolftaleína como indicador.

O alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) foi extraído por percolação com 100 ml de cloreto de potássio 1N em 5 g de TFSA e titulação com NaOH 0,05N usando o azul de bromotímolo como indicador.

A soma de bases (valor S) foi obtida pela soma de bases trocáveis, a capacidade de retenção de cations foi calculada pela soma de  $\text{S} + \text{Al}^{3+}$  trocável, a capacidade de troca de cations (CTC) foi calculada pela soma de S e da acidez titulável ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ), enquanto que a saturação em bases (V%) foi calculada pela razão  $100 \text{ S}/\text{CTC}$ .

A fim de poder correlacionar em termos de capacidade de troca de cation (CTC) e saturação em bases (V%) os valores obtidos neste trabalho com aqueles constantes da chave taxonômica da classificação americana de solos (13), foi necessário fazer as devidas correções.

Utilizaram-se as equações estabelecidas por van Raij & Küpper (37), para correlacionar os valores de CTC obtidos pelo método da Seção de Pedologia do Instituto Agronômico de Campinas com aqueles obtidos pelo método preconizado pela classificação americana.

Empregaram-se as equações:

$$\hat{Y}_1 = 0,721 x_1 + 0,01 \quad (1)$$

onde  $x_1$  = CTC obtida pela Seção de Pedologia, para estimar o valor de CTC obtido pelo método do acetato de amônio  $\hat{Y}_1$ , e

$$\hat{Y}_2 = 1,136 x_1 + 1,39 \quad (2)$$

para estimar o valor de CTC obtido pelo método do cloreto de bário tamponado a pH 8,2 com a trietanolamina,  $\hat{Y}_2$ .

Com base nessas equações obtiveram-se os valores de CTC corrigidos para os dois métodos acima e calcularam-se as equações de regressão entre os valores de saturação em bases pelo método da Seção de Pedologia e aqueles encontrados pelos métodos preconizados na classificação americana.

As equações de regressão calculadas foram:

$$\hat{Y}_3 = 0,736 x_3 - 0,24 \dots\dots\dots r = 0,999^{***}(3)$$

$$\hat{Y}_3 = 1,382 x_3 + 0,54 \dots\dots\dots r = 0,996^{***}(4)$$

onde  $\hat{Y}_3$  = saturação em bases pelo método da Seção de Pedologia,  $x_3$  = saturação em bases obtida pelo método do AcNH e  $x_3$  = saturação em bases obtida pelo método do cloreto de bário.

Usando a equação (3) verifica-se que um valor V de 35% obtido pelo método do acetato de amônio preconizado pela classificação americana para separar os Ortos ao nível de grande grupo, corresponde ao valor de 26% pelo método empregado na Seção de Pedologia. Assim, nesse trabalho, foram considerados como Eutrortox apenas os oxissolos com saturação em bases igual ou superior a este último valor.

Com a equação (4) observa-se que um valor V igual a 35%, obtido pelo método da soma de bases, preconizado pela classificação americana, corresponde, pelo método da Seção de Pedologia, a um valor V de 49%, ou aproximadamente 50%.

A figura 1 mostra as duas retas obtidas.

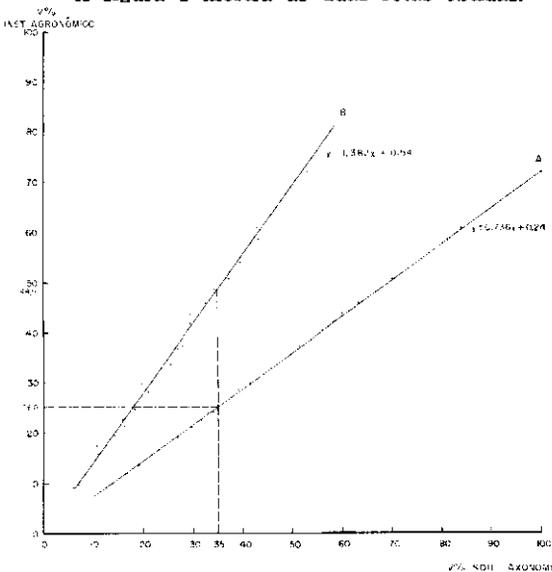


Figura 1. - Relação entre as saturações em bases (V%) obtidas pelos métodos preconizados pelo Soil Taxonomy e pela Seção de Pedologia (Instituto Agrônômico): A - acetato de amônio; B - cloreto de bário tamponado a 8,2 pela trietanolamina.

A composição granulométrica foi determinada pelo método da pipeta, utilizando-se NaOH 1N como agente dispersante segundo Medina & Grohmann (21). Não se procedeu à eliminação da matéria orgânica visto que em trabalho recente, Menk e Oliveira (22) constataram não haver diferença significativa entre os resultados obtidos com e sem destruição de matéria orgânica em latossolo vermelho-escuro, orto, enquanto que no latossolo roxo houve casos de o material tratado com peróxido de hidrogênio ter floculado e apresentado, conseqüentemente, decréscimo acentuado nos teores de argila obtidos.

A argila dispersa em água para o latossolo vermelho-escuro, orto foi obtida adicionando-se 500 ml de água destilada em 10 g de TFSA, e centrifugando a 12.000 rpm durante 5 minutos; para o latossolo roxo adicionaram-se 50 ml de água destilada em 10 g de TFSA e deixou-se em repouso durante 15 horas, se-

guindo-se, após completar 500 ml com água destilada, agitação durante 10 minutos. Dessas etapas em diante seguiu-se o método da pipeta.

A umidade a 15 atmosferas foi obtida pelo método da membrana de pressão (31).

A metodologia empregada na análise mineralógica, assim como os resultados correspondentes, foram publicados por Carvalho & Oliveira (9).

### 2.3.2 — CLASSIFICAÇÃO E MÉTODO CARTOGRAFICO

A classificação dos solos foi efetuada levando-se em conta apenas os dados obtidos com as amostras provenientes da camada superficial e da camada de profundidade, como foi mencionado anteriormente.

Os solos foram classificados até o nível de família, seguindo-se as recomendações da classificação americana (13).

Os critérios utilizados para a subdivisão das famílias em séries prenderam-se também às características apresentadas pela camada de profundidade, por serem elas menos afetadas por manejos superficiais.

Apesar da classificação americana não adotar a acidez e tamanho de partícula como critério diferencial em certas ordens, entre as quais a dos Oxissolos, achou-se interessante o seu emprego, daí ter-se usado o critério pH em água e o valor 5,5 para separar os solos ácidos (pH 5,5) dos menos ácidos (pH 5,5 e o valor 60% de argila para distinguir os solos argilosos dos muito argilosos.

Várias características, como a capacidade de troca de cátions, a capacidade de retenção de cátions, tamanho de partículas, profundidade, presença de horizonte petroférico, quantidade de carbono, soma de bases e natureza mineralógica da fração argila, foram empregadas nas categorias superiores e portanto mantidas ao nível de série. A soma de bases e a capacidade de troca de cátions poderiam ser reconsideradas nesta categoria, porém os baixos valores encontrados para essas características na camada d, não justificaram o seu emprego.

Nenhuma característica física ou morfológica, mostrou-se adequada para diferenciar classes ao nível de série, visto a pequena variação apresentada. Empregou-se, portanto, como característica diferencial, nesse nível, apenas a saturação em bases e o caráter álico da camada de profundidade.

A saturação em bases é, entre todas as características químicas, a de maior emprego como característica diferencial, sendo por isso utilizada na maioria das classificações de solos (6, 8, 12, 13, 14, 36).

Essas classificações empregam o critério saturação em bases para separar os solos eutróficos dos distróficos, admitindo um valor limite variável de 25% a 50% conforme a classificação e método adotados.

A classificação francesa (14) utiliza vários níveis de saturação em bases dentro de uma mesma categoria de solos para separá-los. Utilizou-se esse critério para separar os oxissolos distróficos e eutróficos em classes menos amplas, empregando-se os seguintes níveis:

— V% da camada d igual ou superior a 10 para separar os solos distróficos entre si;

— V% da camada d igual ou superior a 50 para separar os solos eutróficos entre si.

A classificação americana (13) inclui o alumínio trocável como característica dos solos álicos, contudo sem estabelecer classes de valores para a utilização deste critério.

Utilizou-se, no presente trabalho, como critério para agrupar os solos álicos, a relação  $m = 100 \cdot (Al^{3+} / Al^{3+} + S)$ , empregada por alguns pesquisadores (4, 15, 16, 23) e pela equipe de pedologia do Ministério da Agricultura, ao invés do valor absoluto do alumínio trocável, considerando-se como tal, aqueles que apresentaram  $m > 50$ .

Do ponto de vista cartográfico, as diversas unidades de mapeamento foram delimitadas por linhas retas. A ausência de feições externas da paisagem e a rede de prospecção rígida não permitiram, naturalmente, um traçado sinuoso das linhas de delimitação. Sem dúvida, tais limites não são estéticos e nem naturais, contudo, tornam-se bastante cômodos para o fim a que se destina o presente trabalho, além de não incorrerem, com relação a outra forma de representação, em menor precisão (6).

### 3 — O MEIO FÍSICO

#### 3.1 — AREA-1 (ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE LIMEIRA)

O relevo regional desta área caracteriza-se por apresentar colinas tabuliformes ou subtabuliformes, vertentes convexas, com declividades pouco acentuadas, em geral inferiores a 5%. Alguns morrotes mais elevados e pouco salientes na paisagem completam, junto com estreitas áreas aluvionais, o quadro morfológico regional.

A área em estudo, especificamente, ocorre em plena superfície de cimeira de colina tabuliforme, apresentando declividade inferior a 2% (figuras 2-A e 3).

O mapa geológico do Estado de São Paulo (34) assinala para a região de Limeira a ocorrência dos grupos Tubarão e Passa Dois, da Formação Botucatu e das Rochas Básicas Intrusivas.

Pesquisas recentes (2, 3, 29) estreitamente ligadas à geomorfologia regional, demonstram a ocorrência generalizada de cascalheiras, as quais balizam descontinuidades litológicas regionais, indicando a ocorrência de depósitos modernos em extensão considerável.

Oliveira e Rotta (28), descrevendo o material de origem dos solos da estação experimental na qual se insere a área em estudo, acreditam tratar-se também de material retrabalhado, porém granulometricamente bem diferente daqueles pertencentes à formação Rio Claro (2, 3).

Segundo os dados fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola, do Instituto Agronômico, as médias anuais de precipitação e temperatura, nesta área, são respectivamente de 1375 mm e 20, 1°C, sendo que a diferença de temperatura média de verão e a do inverno é inferior a 5°C.

O clima se identifica, segundo o sistema de Köppen, com o tipo Cwa, ou seja, mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C.

Devido à inexistência de dados pedoclimáticos utilizaram-se para estimar a temperatura do solo as recomendações de Smith & Newhall (35). Segundo esses autores pode-se admitir, com relativa segurança, a temperatura do solo como igual à temperatura atmosférica menos 1°C.



Figura 2. - Vistas gerais das áreas estudadas: A - Área-1 - Estação Experimental de Limeira, SP: relevo aplainado, cobertura de vegetação graminácea, presença de termiteiras em toda a área; B - Área-2 - Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP: relevo suave ondulado, cobertura de vegetação graminácea (pasto).

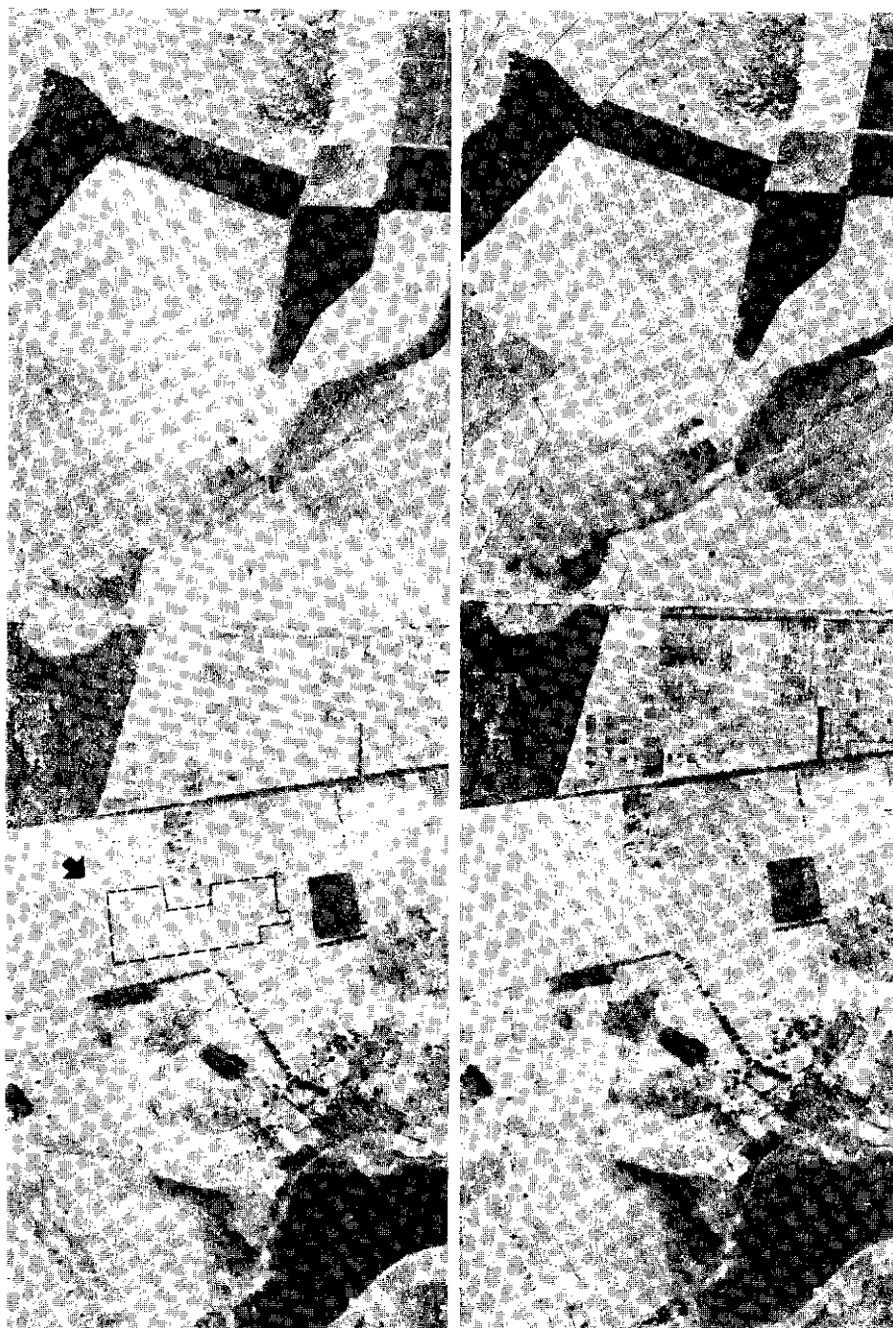


Figura 3. - Estereograma da Estação Experimental de Limeira, SP. A seta indica a localização da Área-1, estudada neste trabalho.

O balanço hídrico, efetuado pelo sistema de Thornthwaite (1948), assinala um excedente de 419 mm e uma deficiência hídrica de apenas 20 mm anuais, distribuídos pelos meses de agosto e setembro.

Os dados climáticos permitem, portanto, enquadrar o clima da área, para fins de classificação de solos, como údico e isotérmico (13). Fica excluída portanto a possibilidade de ocorrência de solos das subordens Torrox e Ustox.

Com base em alguns poucos testemunhos remanescentes e bastante perturbados pela ação do homem, pode-se admitir como vegetação primitiva da região, a mata tropical latifoliada.

A presença de termiteiras é generalizada em toda a área, tendo-se estimado em torno de 120 ninhos por hectare. Poucos foram os pontos observados nos quais não foi constatada a presença de cupim.

O remanejamento interno desses solos é, portanto, bastante intenso.

### 3.2 — ÁREA-2 (ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE RIBEIRÃO PRETO)

O relevo regional desta região, situada em pleno domínio das rochas básicas, caracteriza-se por apresentar superfícies suavizadas, colinosas, entre as quais sobressaem testemunhos tabuliformes, ora como formações isoladas ora como plataformas interfluviais, amplas e contínuas (24).

A área em estudo, especificamente, situa-se no terço médio de vertente em relevo colinoso, apresentando declividade de 6 a 8% (figuras 2B e 4).

O mapa geológico do Estado de São Paulo (34) indica para todo o município de Ribeirão Preto e circunvizinhanças a ocorrência de basalto. Oliveira & Carvalho (24), contudo, assinalam a existência de camadas areníticas intercalares, fato que se ajusta à ocorrência de solos arenosos mapeados pela Comissão de Solos (33) no município.

Na área em apreço os solos apresentam coloração da amostra úmida 2,5YR YR 3/4, textura argilosa com um máximo de 5% de areia grossa e teores de ferro total sempre superiores a 20% (25), excluindo a possibilidade de contribuição de outro material que não o basalto.

Os fatores climáticos precipitação e temperatura, segundo dados da Seção de Climatologia Agrícola, do Instituto Agronômico, apresentam os valores médios anuais de 1420 mm e 21,6°C, respectivamente.

O tipo climático segundo o sistema de Köppen é o Aw, ou seja, clima tropical com verão chuvoso e inverso seco, sem nenhuma média mensal inferior a 18°C e com precipitação pluvial do mês mais seco inferior a 30 mm e temperatura do mês mais quente superior a 20°C.

Costa & Godoy (11) verificaram em estudo realizado nessa Estação Experimental, em solos desnudos e semelhantes aos da área em apreço, que a amplitude térmica entre as médias de verão e do inverno, a 50 cm, é inferior a 5°C.

O balanço hídrico, efetuado pelo sistema de Thornthwaite (1948), assinala um excedente de 462 mm e uma deficiência de 107 mm anuais, esta distribuída pelos meses de agosto, setembro e início de outubro.

As condições climáticas permitem, portanto, considerar para fins de classificação de solo, da mesma forma que a área-1, o clima como údico e isotérmico, e excluir a possibilidade de ocorrência de solos das subordens Torrox e Ustox.

Da mesma forma que na área anterior, a cobertura vegetal primitiva desta região encontra-se totalmente ausente, e pelos testemunhos existentes, pode-se assegurar ter sido a mata tropical latifoliada.



Figura 4. - Estereograma da Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP. A seta indica a localização da Área-2, estudada neste trabalho.

## 4 — RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

### 4.1 — AREA-1

#### 4.1.1 — CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Uma das principais características dos solos pertencentes ao grande grupo latossolo vermelho-escuro, orto, é a pequena diferença de cor através e entre perfis (19, 33).

O matiz de todo o perfil é predominantemente 2,5YR nas amostras úmida, úmida amassada, ou seca, ocorrendo pequenas variações na relação valor/croma. A amostra seca triturada, contudo, apresentou a cor centrada no matiz 5YR.

As pequenas diferenças de cor, visualmente aparentes quando feita a comparação direta de amostras, nem sempre foram perfeitamente identificadas na tabela Munsell, já que a mesma não se mostra satisfatória nesses casos.

A cor modal e as respectivas variações nas camadas superficial e de profundidade para as amostras úmida, úmida amassada, seca e seca triturada, estão relacionadas no quadro 1.

As variações de cores observadas nos vários níveis de umidade apesar de atingirem uma unidade em valor, em croma e mesmo em matiz, não foram consideradas suficientes para servir de critério diferencial de classe, já que Bennema & Camargo (1) assinalam de maneira geral para horizontes B latossólicos, com baixo conteúdo em ferro, uma variação de matiz entre 2,5YR a 10YR, sem estar associada com outras características do solo.

A estrutura da camada superficial apresentou-se, em 60 dos 74 pontos observados, como granular pequena e média fraca. As variações encontradas foram descritas como granular pequena e média moderada; granular média e pequena fraca/moderada; granular média e pequena moderada; granular pequena fraca.

Todos os pontos observados apresentaram-se apédicos e bastante porosos a partir de 40-50 cm, mantendo-se assim até à base das trincheiras de 100 cm.

A estrutura das camadas intermediárias b e c seguiu o padrão comum do latossolo vermelho-escuro, orto ou seja, permanência de características estruturais na camada imediatamente abaixo da superficial e padrão apédico "in situ" imediatamente acima da camada superficial.

Verticalmente, as variações verificadas em todos os pontos são normais e características da unidade, enquanto horizontalmente houve grande homogeneidade não sendo, portanto, possível utilizar esta característica como critério diferencial de classe, nesta área.

QUADRO 1. — Cor modal do solo das camadas superficial e subsuperficial e suas respectivas variações: Area-1, Estação Experimental de Limeira, SP; Area-2, Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP

CAMADA	Condição da amostra	Cor Modal	N.º de pontos observados	VARIACÕES
AREA-1	Superficial	úmida	62	3/4; 3,5/4; 4/4; 3/5
		seca	65	4/7; 4/8; 3,5YR 4/6
		úmida amassada	63	3,5/4; 4/4,5; 3YR 4/4
		seca triturada	65	4/7; 4,5/7; 4/6,5; 4YR 4/8
	Subsuperficial	úmida	60	3/4; 3/4,5; 3,5/4; 3/6
		seca	67	5/7; 5/7,5; 5/8
		úmida amassada	71	3/5; 4/4,5; 3YR 4/4
		seca triturada	65	4/7; 5,5/6; 4YR 5/6; 4/6
AREA-2	Superficial	úmida	60	3/4; 3YR 3/3; 1,5YR 3/4
		seca	59	3/6; 4/4; 3YR 3/6; 1,5YR 3/6
		úmida amassada	60	4/3; 3YR 4/4; 3,5YR 3/4; 1,5YR 4/4
		seca triturada	56	4/6; 4/8; 5/8; 4YR 4/6 5/6
	Subsuperficial	úmida	59	3/5; 3YR 3/4; 1,5YR 3/4
		seca	63	3YR 3/5; 1,5YR 4/6
		úmida amassada	62	3YR 4/5; 3,5YR 4/4
		seca triturada	58	4/6; 4/7; 5/6; 4YR 4/6

A consistência da amostra seca da camada superficial apresentou-se ligeiramente dura em 65 pontos e dura nos demais. A camada subsuperficial apresentou sempre consistência macia.

A consistência da amostra úmida da camada superficial apresentou-se como friável em 70 pontos e como firme nos restantes, enquanto na camada subsuperficial apresentou-se em 70 pontos como muito friável e em 4 como friável, apenas.

Em todas as camadas superficiais a consistência da amostra molhada foi plástica, em 68 foi pegajosa e em 6 ligeiramente pegajosa. Na camada subsuperficial, em 72 pontos foi plástica e em 2 ligeiramente plástica, em 65 ligeiramente pegajosa, e pegajosa nos pontos restantes.

A consistência das camadas intermediárias, apresentou-se macia ou ligeiramente dura, muito friável a friável, plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa.

Com respeito à consistência observa-se, também, que a variação vertical apresentada é normal e própria do grande grupo Latossolo vermelho-escuro, orto, enquanto horizontalmente as variações foram de pequena amplitude, não permitindo, portanto, utilizar-se esta característica como critério diferencial de classe.

As variações existentes, um pouco mais pronunciadas na camada superficial, são de pequena amplitude e portanto de pouca importância para permitir utilizá-la como característica diferencial na definição de fase de série.

A uniformidade das características morfológicas da camada de profundidade, naturalmente, não permitiu a eleição de nenhum critério diferencial, mesmo ao nível de família.

A homogeneidade verificada inicialmente apenas em termos de características externas do solo e dos elementos da paisagem local é ratificada em relação aos indivíduos solos que compõem a área estudada, identificados sob o aspecto puramente morfológico.

Utilizando, portanto, somente características morfológicas como critério diferencial de classe, a área em estudo apresenta-se com grande homogeneidade, indicando a existência de apenas uma unidade de solo, morfológicamente correlacionável com o Latossolo vermelho-escuro orto definido pela Comissão de Solos (33) ou com a subordem Ortos da classificação americana (13). Os dados morfológicos permitem ainda excluir os grandes grupos Sombriortox e Gibbiortox.

#### 4.1.2 — CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS

A fim de sintetizar os dados analíticos correspondentes às camadas superficial e de profundidade referentes aos 74 pontos observados, elaborou-se o quadro 2, no qual são apresentados os valores da média, os máximos e os

QUADRO 2. — Médias (x) e valores máximos (máx.) e mínimos (mín.) de várias características de solos referentes às camadas superficial (a) e de profundidade (d): Area-1 — Estação Experimental de Limeira, SP; Area-2 — Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP

UNIDADE E N.º DE AMOSTRAS	CARACTERÍSTICAS																
	pH		C%		S e.mg./100 g		Al <sup>3+</sup>		CTC (°)		V%		Argila %		Água 15 atm. %		
	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	
AREA-1	Acrortox	4,8	5,1	1,79	0,70	1,0	0,5	2,1	—	19,8	9,1	9	86	56	66	20,2	21,3
	52	máx.	5,3	5,6	2,10	1,00	0,9	4,9	0,7	27,7	12,9	22	17	60	70	23,6	24,0
	Haplortox	4,5	4,7	1,45	0,59	0,5	0,1	1,5	tr	14,2	6,5	2	1	48	62	19,1	20,1
	21	máx.	4,9	5,1	1,73	0,78	1,4	0,7	—	1,91	9,7	12	11	55	65	20,0	21,0
		mín.	5,3	5,4	2,15	0,96	2,7	1,7	2,9	1,2	24,2	12,6	27	25	62	68	23,4
AREA-2	Acrortox	4,7	4,6	1,28	0,66	0,6	0,2	tr	tr	15,0	7,2	2	3	47	63	18,7	20,3
	9	máx.	5,5	5,4	1,57	0,59	3,3	0,7	—	18,3	8,5	32	14	57	60	20,2	23,0
	Haplortox	5,2	5,1	1,33	0,52	2,5	0,4	tr	tr	21,1	10,7	36	18	59	63	21,1	23,8
	15	mín.	5,5	5,6	1,62	0,61	3,5	1,2	—	20,4	8,8	32	25	53	58	20,0	22,3
		máx.	5,9	6,2	2,10	0,76	4,9	1,7	0,6	tr	27,4	12,3	49	36	63	20,6	23,8
Eutortox	41	mín.	5,2	6,2	1,24	0,44	2,1	0,9	tr	13,7	3,6	21	16	43	53	19,4	21,4
		máx.	6,0	6,8	2,46	0,83	6,1	3,7	0,6	tr	29,5	13,2	63	61	58	20,2	22,3
		mín.	5,2	5,5	1,39	0,43	2,9	1,1	tr	15,6	5,8	29	26	41	50	19,1	20,4

(\*) e.mg/100 g argila  
Observação: não foram computados os resultados da amostra referente ao Alfissolo (ponto 31).

mínimos referentes a cada característica analisada e ao respectivo grande grupo.

Os resultados referentes à argila natural foram omitidos, uma vez que em todos os pontos o valor obtido para a camada **d** foi inferior a 5%. Igual procedimento adotou-se com referência à área-2.

Da mesma forma excluíram-se os dados referentes ao pH em cloreto de potássio, por não apresentar em nenhum ponto valores superiores aos do pH em água, indicando não haver excesso de cargas positivas em relação às cargas negativas. Os valores de argila natural são, portanto, concordantes com os resultados de pH em água e em cloreto de potássio.

Os teores de carbono pouco elevados na camada **a** e baixos na camada **d**, permitem com segurança admitir-se a ausência de solos da subordem Humox.

Estes dados, aliados àqueles fornecidos pelo clima e pela morfologia, vistos anteriormente, permitem classificar os solos da área como pertencentes à subordem Ortox.

Entre os ortox, valores de carbono superiores a 1% em todas as camadas até 75 cm de espessura definem a subordem Umbriortox. Esse critério foi utilizado apenas nas trincheiras de 100 cm de profundidade visto que nos outros pontos coletou-se apenas material superficial e em profundidade superior a 75 cm.

Observa-se pelo quadro 2 que o grande grupo Acrortox apresentou na camada **d** valor máximo de 1% de carbono.

Este valor, atingido pelo ponto 65, não o enquadrado como Umbriortox devido ao índice da retenção de cátions ser inferior a 1,5 e.mg/100g argila.

O pH em água, com exceção da camada de profundidade de um ponto (ponto 14), apresentou sempre valores inferiores a 5,5, condição que situa esses solos na categoria de solos muito ácidos.

Os valores máximos obtidos para a soma de bases, nas camadas superficial e de profundidade foram respectivamente de 3,0 e 1,7 e.mg/100 g, sendo este último bastante baixo para sugerir o emprego desta característica como diferencial de classe.

A soma de bases mais alumínio trocável referidas a 100 g de argila é utilizada pela classificação americana (13) para determinar a capacidade de retenção de cátions, a qual serve de critério diferencial ao nível de grande grupo da ordem Oxissolo, sendo 1,5 e.mg/100g de argila o valor que separa os Acrortox dos outros grandes grupos da subordem Ortox. Cinquenta e três pontos apresentaram a capacidade de retenção de cátions inferior a 1,5 e.mg/100g de argila, permitindo agrupá-los com respeito a esta característica entre os Acrortox.

Com exceção de um ponto (ponto 18) que acusou apenas traços de alumínio, em todos os restantes os teores encontrados, correspondentes à camada superficial, acusaram valores relativamente elevados, sempre superiores a 0,5 e.mg/100g, portanto em níveis considerados tóxicos .

A camada de profundidade apresentou em apenas 25 pontos teor de alumínio igual ou superior a 0,5 e.mg/100g.

O caráter álico dos solos foi, contudo, estimado por meio da relação  $m = (Al^{3+}/Al^{3+} + S) \cdot 100$  para a camada **d**, o qual serviu de critério diferencial de classe como foi mencionado anteriormente, tendo sido encontrados valores de "m" iguais ou superiores a 50 em 20 pontos.

A CTC da fração argila, da camada **d**, apresentou o valor máximo de 12,9 e.mg/100g, bem abaixo portanto do valor limite permitido para o B óxico, que é de 22 e.mg/100g, quando calculado pelo método da Seção de Pedologia. Todos os pontos apresentaram-se, portanto, com respeito a esta propriedade, compatíveis com a definição de oxissolos.

Todos os pontos analisados apresentaram um valor V% da camada de profundidade inferior a 26, condicionando esses solos à categoria dos distróficos e eliminando, pois, a possibilidade de ocorrência do grande grupo Eutrortox. Entretanto, a grande amplitude verificada, com valores máximos de 25% e mínimos de 1% da camada **d**, possibilitou estabelecer intervalos menos amplos e empregá-los em classes de categorias inferiores.

Os valores de porcentagem de argila referem-se àqueles obtidos pela análise granulométrica, uma vez que em todos os pontos analisados a relação entre água retida a 15 atmosferas e a porcentagem de argila foi inferior a 0,5.

A composição granulométrica, quer da camada superficial como de profundidade, apresentou em todos os pontos analisados o mesmo padrão de distribuição de partículas; predominância absoluta da fração argila com mínimo de 47 e 62%, respectivamente, para a camada superficial e de profundidade, permitindo enquadrar todos os solos analisados na classe textural muito argilosa.

#### 4.1.3 — CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS

As características mineralógicas desses solos foram descritas por Carvalho e Oliveira (9). Segundo esses autores os solos analisados mostraram grande homogeneidade vertical e pequena variação horizontal, enquadrando-se todos os pontos analisados na classe dos solos cauliniticos.

#### 4.1.4 — LEVANTAMENTO DE SOLOS — CLASSIFICAÇÃO

Nas figuras 5, 6, 7, 8 são apresentadas as distribuições espaciais dos solos estudados, classificados e cartografados em várias categorias, tomando como norma a classificação americana de 1970 (13). Cada figura repre-

senda, portanto, um esboço de uma carta de solos correspondente a um determinado nível taxonômico.

Convém assinalar que não se considerarão, por falta de dados, as inclusões de outros solos que por certo existem, especialmente nas cartas correspondentes aos níveis mais detalhados.

Na figura 5 estão representadas a configuração da superfície da área, os pontos de amostragem e a carta correspondente à classificação dos pontos ao nível de subordem. Vê-se por essa figura que todos os pontos amostrados enquadram-se na ordem Oxissolo, subordem Orttox caracterizando-se esta área, nestes níveis de mapeamento, como absolutamente homogênea para as características diferenciáveis relativas a essas categorias, correspondendo a cada uma delas, 100% dos pontos amostrados.

Devido os valores de carbono e de saturação em bases serem, em todos os pontos, muito baixos, não se registrou a ocorrência de solos dos grandes grupos Umbriortox e Eutrortox. Dessa forma, a capacidade de retenção de cátions superior ou inferior a 1,5 c.mg/100g de argila foi a única característica diferencial que apresentou variação suficiente para a separação ao nível de grande grupo.

Não se verificou, entretanto, até esse nível, a existência de outras propriedades morfológicas e/ou químicas que possibilitassem identificar outras classes além dos grandes grupos Acrortox e Haplortox (figura 6).

A homogeneidade das propriedades morfológicas e físicas mantém-se mesmo ao nível de subgrupo, não permitindo a subdivisão dos grandes grupos acima mencionados em subgrupos distintos ocorrendo, portanto, nesse nível categórico, apenas duas unidades taxonômicas: Acrortox típico e Haplortox típico, com a mesma distribuição porcentual dos respectivos grandes grupos, como pode ser observado no quadro 2.

O pH em água, superior a 5,5 verificado na camada **d** do ponto 14, permitiu enquadrar o subgrupo Acrortox típico também na classe dos solos ácidos, subdividindo-os, assim, em duas famílias, a muito ácida representando 70,3% dos pontos e a ligeiramente ácida 1,4%. As variações de textura e mineralogia da fração argila, não apresentam amplitude suficiente para permitir subdivisões ao nível de família (figura 7).

As condições pedoclimáticas e a espessura do solo satisfazem as exigências taxonômicas para considerar todos os solos analisados como pertencentes à família isotérmica, profunda, tendo-se omitido a designação da classe climática, na legenda da figura e quadro correspondentes.

Usando os critérios saturação em bases e caráter álico da camada **d**, subdividiram-se as famílias em séries, resultando oito classes nessa categoria. A série Acrortox típico, muito argiloso, caulinitico, muito ácido, profundo, com saturação em bases inferior a 10%, não álico, representa a

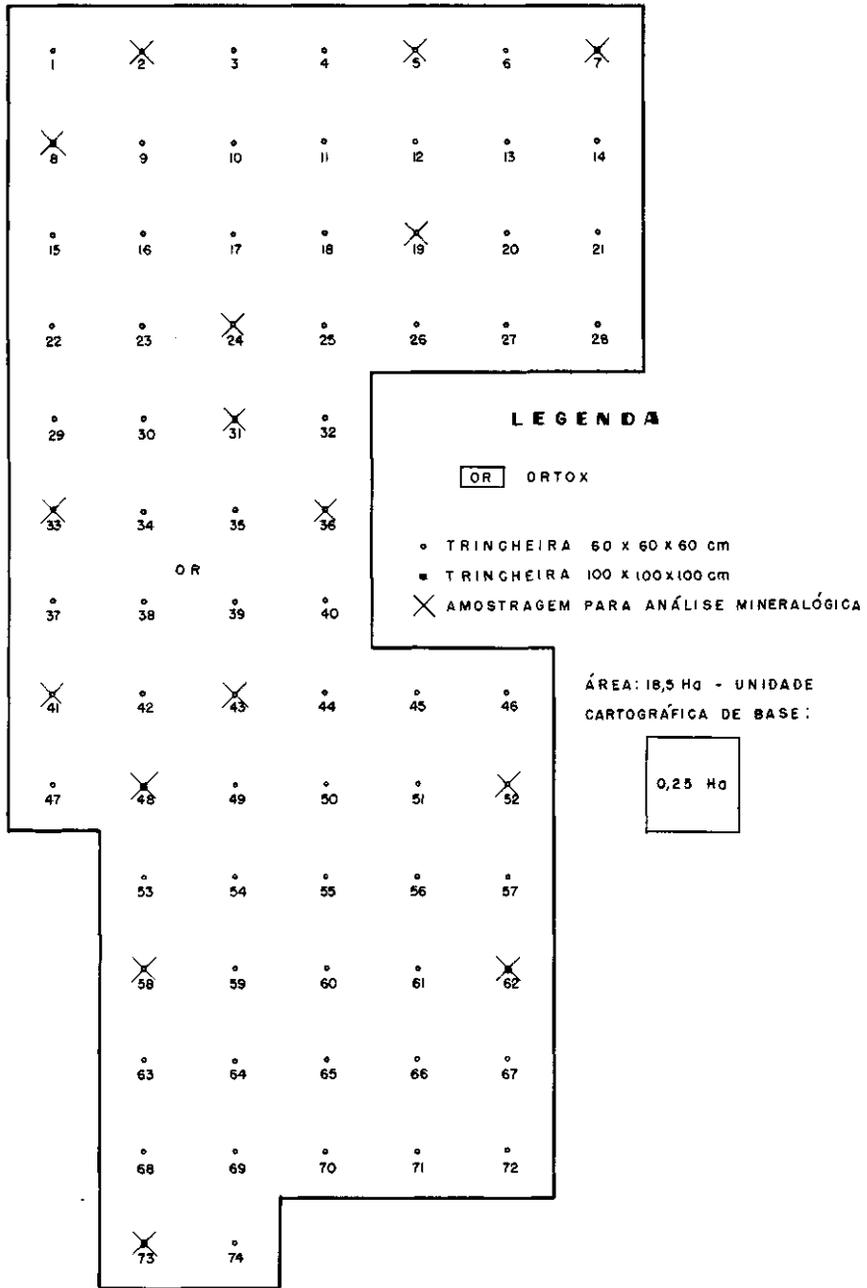


Figura 5. - Esquema da Área-1, indicando a localização dos pontos de amostragem e a distribuição dos solos ao nível de subordem.

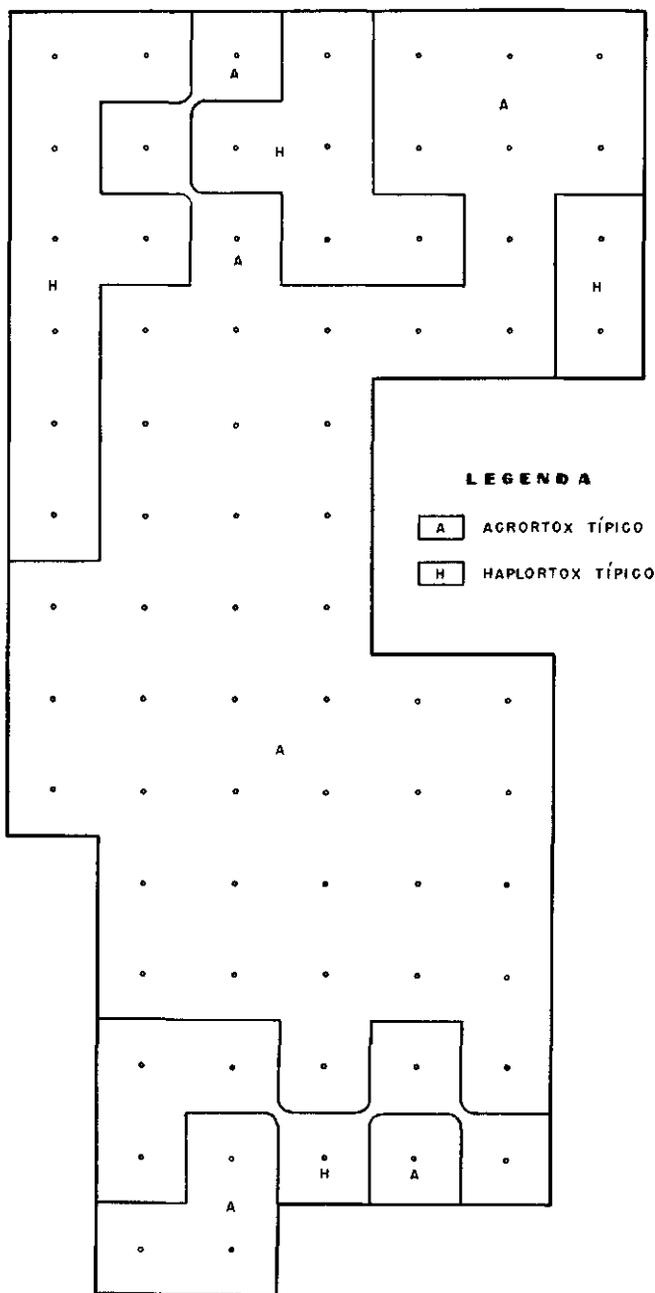


Figura 6. - Esquema da Área-1, indicando a distribuição dos solos ao nível de subgrupo.

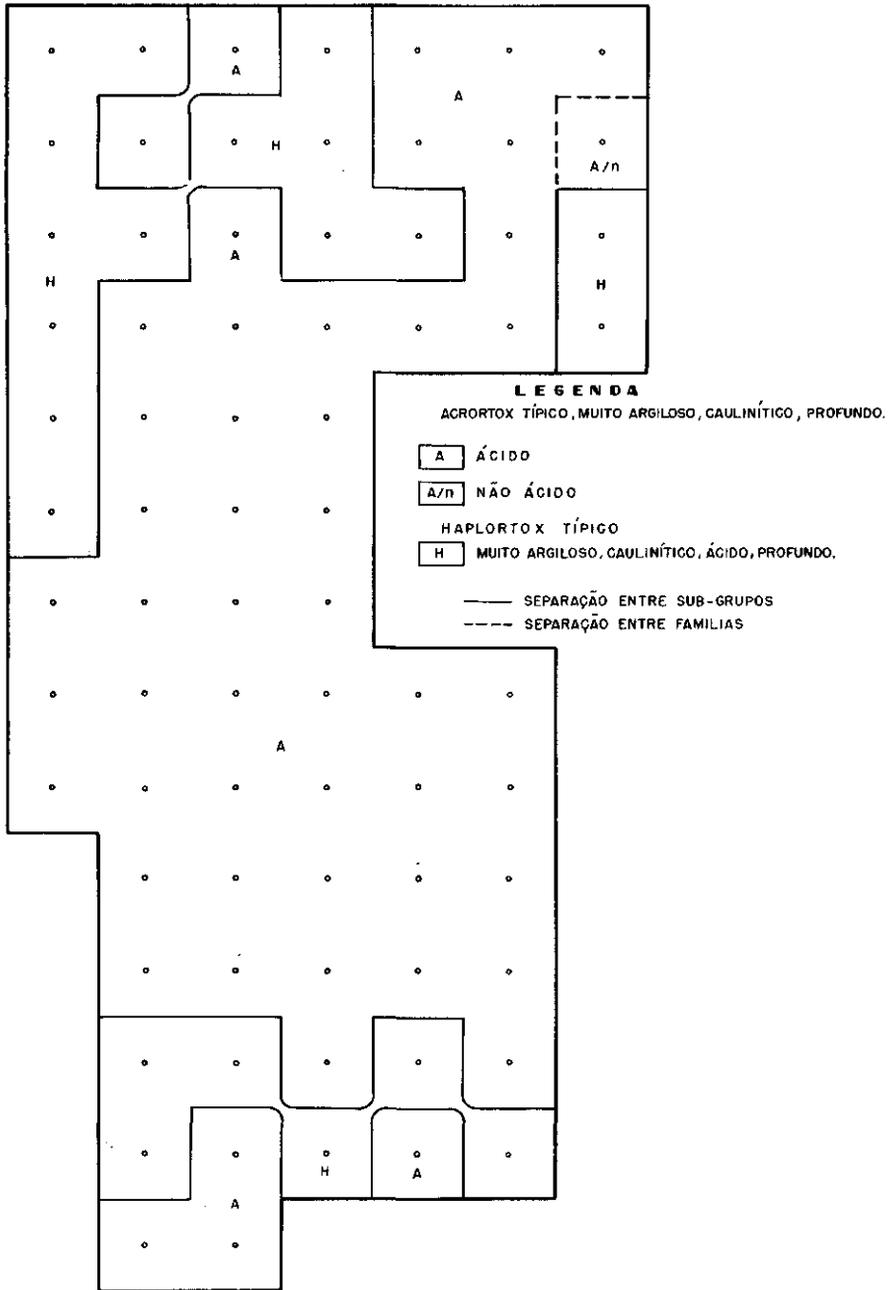


Figura 7. - Esquema da Área-1, indicando a distribuição dos solos ao nível de família.

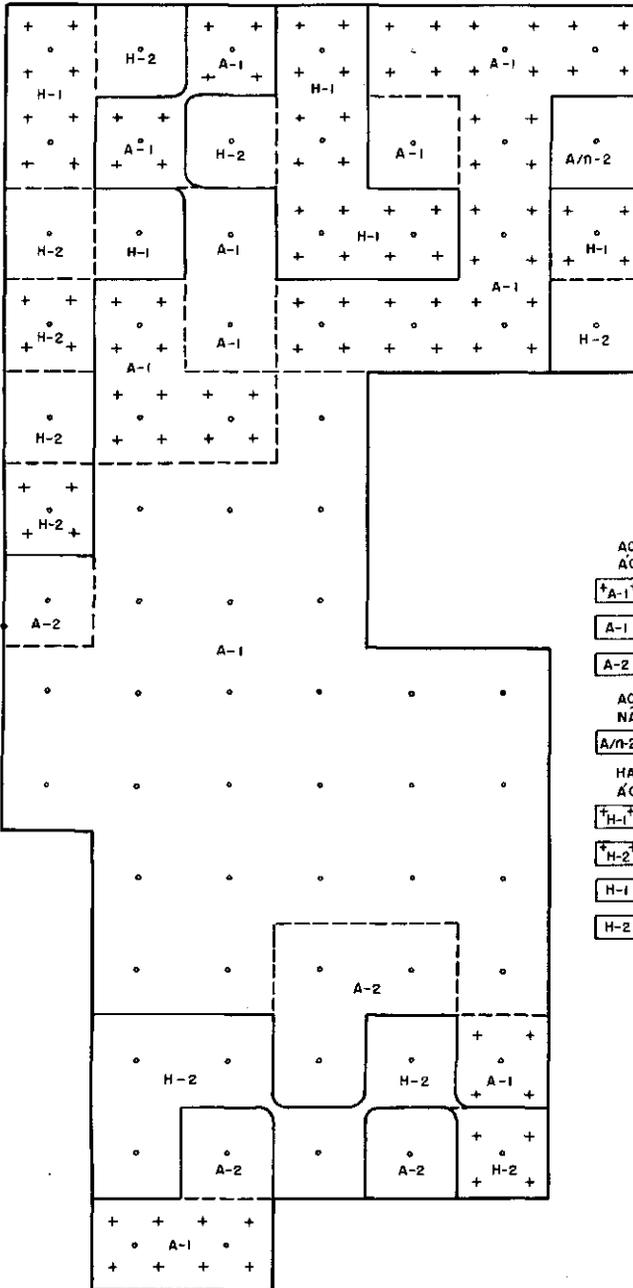
unidade de maior freqüência, correspondendo a 40,5% dos pontos analisados, como mostra o quadro 3. Duas outras unidades compõem esta classe.

A família Haplortox típico divide-se em quatro unidades, sendo a unidade Haplortox típico, muito argiloso, caulinitico, muito ácido, profundo, saturação em bases inferior a 10%, álico, de maior importância espacial, correspondendo a 13,5% dos pontos analisados (figura 8).

A família Acrortox típico, muito argiloso, caulinitico, ligeiramente ácido, profundo, tendo apenas um ponto, não poderia apresentar subdivisão. É representada, portanto, por apenas uma unidade caracterizada pela saturação em base inferior a 10% e pelo caráter não álico.

QUADRO 3. — Freqüência porcentual dos pontos amostrados segundo o nível de levantamento e unidade taxonômica considerados. Área-1: Estação Experimental de Limeira, SP

Nível de levantamento	Unidade taxonômica	N.º de pontos	N.º de freqüência
Ordem .....	Oxissolo	74	100,0
Subordem ...	Ortox	74	100,0
Grande grupo	Acrortox	53	71,7
	Haplortox	21	28,3
Subgrupo ....	Acrortox Típico	53	71,7
	Haplortox Típico	21	28,3
Família .....	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo	52	70,3
	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, lig. ácido, profundo	1	1,4
	Haplortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo	21	28,3
Série .....	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo	16	21,6
	-- com $V \geq 10\%$ não álico	30	40,5
	-- com $V < 10\%$ não álico	6	8,1
	-- com $V < 10\%$ álico	1	1,4
	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, lig. ácido, profundo		
	-- com $V < 10\%$ álico		
	Haplortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo		
	-- com $V \geq 10\%$ não álico	7	9,5
	-- com $V \geq 10\%$ álico	3	4,0
	-- com $V < 10\%$ não álico	1	1,4
-- com $V < 10\%$ álico	10	13,5	



**LEGENDA**

ACRORTOX TÍPICO, MUITO ARGILOSO, CAULINÍTICO, ÁCIDO, PROFUNDO.

**+A-1+** COM V% ≥10, NÃO ÁLICO

**A-1** COM V% <10, NÃO ÁLICO

**A-2** COM V% <10, ÁLICO

ACRORTOX TÍPICO, MUITO ARGILOSO, CAULINÍTICO, NÃO ÁCIDO, PROFUNDO.

**A/n-2** COM V% <10, ÁLICO

HAPLORTOX TÍPICO, MUITO ARGILOSO, CAULINÍTICO, ÁCIDO, PROFUNDO.

**+H-1+** COM V% ≥10, NÃO ÁLICO

**+H-2+** COM V% ≥10, ÁLICO

**H-1** COM V% <10, NÃO ÁLICO

**H-2** COM V% <10, ÁLICO

— SEPARAÇÃO ENTRE FAMÍLIAS

- - - SEPARAÇÃO ENTRE SÉRIES

Figura 8. - Esquema da Área-1, indicando a distribuição dos solos ao nível de série.

Observa-se pelas unidades taxonômicas estabelecidas que as características morfológicas, físicas e mineralógicas, devido à pequena variação apresentada não foram empregadas na diferenciação de classes, mesmo ao nível de série, tendo-se utilizado, portanto, tão-somente propriedades químicas.

A julgar pelos dados apresentados, acrescidos daqueles considerados por Carvalho e Oliveira (9), as características químicas utilizadas como diferenciais não se correlacionam aparentemente com as características físicas, morfológicas e mineralógicas. Aliando esse fato à absoluta uniformidade da paisagem, vê-se ser impraticável, apenas com observações de campo, o estabelecimento de outras classes inferiores à categoria de subordem.

A classificação de solos nas categorias inferiores fica, desta forma, na dependência exclusiva da caracterização analítica do material coletado.

Observação semelhante foi feita nos solos da Guiana Francesa por Lévêque, o qual não encontrou nenhuma característica morfológica, mesmo ao nível de detalhe, que permitisse separar solos ferralíticos, sendo a análise química, nesses casos, a única solução plausível (17).

Os critérios utilizados na chave de classificação dos oxissolos podem ser encarados com uma conseqüência da natureza química dos solos altamente intemperizados, normais das regiões quentes e úmidas tropicais de baixa altitude.

Se em glebas destinadas à experimentação justifica-se a coleta de material com elevada densidade de amostras por unidade de área, num levantamento de solos de amplitude regional torna-se completamente inexecutável, para as nossas condições, tal procedimento. Não se justificaria, portanto, a execução de mapas como os apresentados no presente trabalho, os quais seriam válidos em levantamentos detalhados.

Tendo em vista que as cartas topográficas do Estado de São Paulo estão sendo impressas na escala 1:50.000 e que um levantamento de solos realizado em fotos aéreas na escala 1:25.000 e publicada na primeira escala possibilita um detalhamento razoável, é lícito utilizar essas grandezas como base para as considerações que se tecem a seguir.

O número de observações (não de coleta de material para análise) considerado como necessário para efetuar um levantamento de solos com apreciável exatidão é bastante variável (18, 39).

Tomando-se por base a recomendação da ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Autre Mer) verifica-se que para um levantamento de solos publicado na escala 1:50.000 seriam necessários quatro pontos para 25 ha, o que equivaleria a três pontos para a área em estudo.

Devido as características morfológicas e a paisagem serem, como já se observou, bastante uniformes, a área em apreço seria, como base em foto-

interpretação e levantamento de campo, delimitada com segurança como uma unidade taxonômica simples. Posteriormente, mediante a coleta, descrição e análise de um perfil, seria correlacionada com a classificação em uso. Teríamos assim, toda a área representada por apenas uma unidade taxonômica simples.

Não obstante as figuras 6, 7, 8 mostrarem que os solos distribuem-se, já ao nível de grande grupo, de maneira aparentemente caótica, o quadro 3 indica haver, até o nível de família, acentuada predominância de uma unidade de mapeamento sobre as outras. Pode-se, portanto, admitir como elevada a probabilidade de a maioria dos pontos de observação e controle serem amostrados na unidade predominante. Conseqüentemente, a probabilidade de se localizar o perfil representativo da classe na unidade taxonômica principal, num levantamento de solos dessa e em outras áreas semelhantes, será igualmente elevada.

Os pontos correspondentes a solos de outras unidades que porventura aparcessem seriam registrados como inclusões.

Devido às pequenas variações apresentadas pela textura e mineralogia e também pelas características morfológicas em geral, as subdivisões dos solos estudados ficaram, até a categoria de família, na dependência das variações das características químicas.

Tendo em vista a escala de publicação dos mapas topográficos do Estado de São Paulo, a homogeneidade das características morfológicas, a pequena variação das características físicas e mineralógicas e de algumas características químicas, e levando em conta ainda que aparentemente não há relação entre as características morfológicas e as características químicas, os dados apresentados sugerem ser o nível de família o mais adequado, nas nossas condições, para levantamentos semidetalhados de solos, em áreas de latossolo vermelho-escuro, orto, tomando por base a classificação americana de solos.

## 4.2 — AREA-2

### 4.2.1 — CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Os solos da área-2 apresentaram, também, grande uniformidade nas características morfológicas, especialmente no horizonte óxico.

A cor modal e as respectivas variações verificadas nas camadas superficial e de profundidade para amostras úmida, úmida amassada, seca e seca triturada, estão relacionadas no quadro 4.

As variações encontradas foram consideradas insuficientes para servir de critério diferencial de classe, já que Oliveira e Moniz (25), em trabalho realizado em latossolo roxo apresentando variação de cor mais acentuada que no caso presente, acharam não haver diferenças significativas nas pro-

priedades químicas, físicas e morfológicas dos solos com cores diferentes. Este fato permite estender para a classe dos latossolos com alto teor de ferro as observações de Bennema e Camargo (1) referidas no capítulo 4.1.1.

A estrutura da camada superficial apresentou-se, na maioria dos pontos observados (57), como granular, média e pequena fraca. As variações encontradas foram descritas como granular, média, forte; granular média moderada para fraca e pequena fraca; granular, média e pequena moderada; granular, pequena, fraca.

Todos os pontos observados, com exceção do 31, apresentaram-se apêdicos e bastante porosos a partir de 40-50 cm, mantendo-se assim até à base das trincheiras de 100 cm.

O ponto 31 apresentou, a partir dos 25 cm, estrutura subangular, média e pequena, moderada com cerosidade moderada e comum tanto nas faces verticais como horizontais das unidades estruturais. Essas características serviram inicialmente para identificar essa camada como um horizonte argílico e considerar esse solo como um ultissolo ou alfissolo.

Convém assinalar que os pontos circunvizinhos do 31, a saber 25, 32 e 37, não apresentaram qualquer sinal de estruturação, e por este motivo não puderam ser enquadrados como tropeptic.

As camadas intermediárias apresentaram estruturas do tipo granular e subangular, geralmente pequena e muito pequena fraca.

As observações de campo indicam, portanto, que, com exceção do ponto 31, as variações verificadas verticalmente são normais e características da unidade Latossolo Roxo, enquanto horizontalmente elas se apresentaram homogêneas. As variações encontradas foram de pequeno significado, não permitindo portanto considerar esta característica morfológica como critério diferencial de classe, na área considerada.

A consistência da amostra seca e úmida da camada subsuperficial foi observada apenas nas trincheiras de 100 cm de espessura.

Na camada superficial a consistência da amostra seca apresentou-se em 60 pontos como ligeiramente dura, em cinco como macia e em um como dura. A cada subsuperficial apresentou-se sempre como macia.

A consistência da amostra úmida da camada superficial apresentou-se em 60 pontos como friável, em três como muito friável e ainda em três como firme. A camada subsuperficial apresentou-se como muito friável em 63 pontos e como friável nos restantes.

Em 60 pontos da camada superficial a consistência da amostra molhada foi ligeiramente plástica e em 6 foi plástica, em 59 pontos foi ligeiramente pegajosa e em 7 foi pegajosa; na camada subsuperficial, em 62 pontos a consistência foi ligeiramente plástica e em 4 foi plástica, em 60 foi ligeiramente pegajosa e em 6 foi pegajosa.

A camada intermediária apresentou a consistência variando de macia a ligeiramente dura, muito friável a firme, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa.

Com respeito à consistência, observa-se que a variação vertical apresentada é normal e própria do grande grupo Latossolo Roxo enquanto horizontalmente as variações foram de pequena amplitude não permitindo, portanto, a utilização desta característica como critério diferencial de classe.

Com exceção de quatro pontos, os solos desta área apresentaram espessura superior a 120 cm. Os pontos 23, 29, 35 e 41, situados na mesma direção e cota, apresentaram contato petroférico entre 90 e 100 cm de profundidade. A bancada laterítica e a menor espessura dos solos situados nesses pontos, foram empregadas como características diferenciais de classe ao nível de subgrupo e família, respectivamente.

Observa-se pelos dados acima que, da mesma forma que na área-1, as variações encontradas foram de pequeno significado, não permitindo, portanto, considerar esta característica morfológica como critério diferencial de classe na área considerada.

A consistência da amostra seca e úmida da camada de profundidade foi observada apenas nas trincheiras de 100 cm de espessura.

As características morfológicas permitiram, portanto, estabelecer a ocorrência de duas unidades taxonômicas morfológicamente correlacionáveis como o latossolo roxo (63 pontos) e a terra roxa estruturada (1 ponto) definidas pela Comissão de Solos (33), ou com as subordens Ortox e Udalf ou Uduft.

Devido a terra roxa estruturada ocorrer em apenas um ponto dos descritos, pode-se considerar essa área, também, como bastante homogênea.

Os dados morfológicos permitem, também, excluir a possibilidade de ocorrência dos grandes grupos Sombriortox e Gibbsiortox. A ocorrência de bancada laterítica permite evidenciar um subgrupo petroférico, enquanto a textura e a profundidade permitem separar quatro classes de solos distintos: profundos e argilosos, profundos e muito argilosos, rasos e argilosos, e, rasos e muito argilosos.

A pequena variação horizontal das características morfológicas verificadas nas áreas-1 e 2 serve de apoio para justificar a razoável precisão conseguida na cartografia de solos em nível generalizado, com base em critérios morfológicos, quando executada em extensões mais amplas do que as do presente trabalho.

#### 4.2.2 — CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS

No quadro 2 são apresentados os valores da média, os máximos e os mínimos referentes a cada característica analisada e ao respectivo grande grupo.

Os teores de carbono das camadas **a** e **d** permitiram excluir as possibilidades de ocorrência de solos da subordem Humox. Os dados climáticos e morfológicos excluem, por sua vez, a possibilidade de ocorrência dentre os oxissolos, de outros solos que não aqueles pertencentes à subordem Ortox.

Os teores de carbono verificados na camada **d** foram sempre inferiores a 1%, indicando portanto, a ausência de solos pertencentes ao grande grupo Umbriortox.

Com respeito ao pH, observa-se que tanto o grande grupo Acrortox como o Haplortox, apresentaram valores de mínima inferiores a 5,5, permitindo separar duas classes distintas ao nível de família: a dos solos ácidos, com pH inferior a 5,5, e a dos solos ligeiramente ácidos, com pH em água igual ou superior a esse valor.

A soma de bases da camada de profundidade apresenta baixos valores, não sendo portanto, adequado o seu emprego como característica diferenciadora de classe.

Na camada **d** não foi assinalada a presença de alumínio trocável, correspondendo desta forma a capacidade de retenção de cátions apenas à soma de bases. Este fato exclui a presença de solos álicos na área estudada.

Nove pontos apresentaram a capacidade de retenção de cátions inferior: a 1,5 e.mg/100 g de argila, permitindo grupá-los entre os acortox.

O valor máximo encontrado para capacidade de troca de cátion da fração argila da camada **d** foi de 13,2 e.mg/100 g, bem abaixo, portanto, do valor limite de 22 e.mg/100 g (método da Seção de Pedologia) necessário para enquadrar esse horizonte com óxico. Desta forma todos os pontos amostrados apresentam valores de capacidade de troca de cátions compatíveis com os exigidos na definição de oxissolos.

A grande maioria dos pontos (41) apresentaram níveis de saturação em bases suficientemente elevados para permitir enquadrá-los no grande grupo Eutrortox, com exceção do ponto 31 o qual, devido à presença aparente de um **B** argílico e por apresentar saturação em bases superior a 49%, foi classificado tentativamente como Udalf, já que para um enquadramento mais preciso nesta ordem haveria necessidade de se conhecer a saturação em bases a 180 cm de profundidade.

Os solos do grande grupo Eutrortox, por apresentarem grande amplitude nos valores de saturação em bases, 26 a 61%, foram subdivididos em nível categórico mais baixo, usando-se 50% de saturação em bases como limite de separação de classes.

Os valores de porcentagem de argila referem-se àqueles obtidos pela análise granulométrica, uma vez que em todos os pontos analisados a relação entre água retida a 15 atmosferas e porcentagem de argila foi inferior a 0,5.

A composição granulométrica, quer da camada superficial como sub-superficial, apresentou em todos os pontos analisados o mesmo padrão de distribuição das partículas: predominância absoluta da fração argila, pouca contribuição da areia grossa — máximo de 5% na camada superficial e 4% na camada subsuperficial, e areia fina e limo em geral com pequena diferença de porcentagem entre si.

A ocorrência de solos (23 pontos) com mais de 60% de argila na camada subsuperficial permitiu o estabelecimento de duas famílias: argilosa e muito argilosa.

#### 4.2.3 — CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS

As características mineralógicas desses solos foram descritas por Carvalho e Oliveira (9). Segundo esses autores, os solos analisados mostraram grande homogeneidade vertical e pequena variação horizontal, enquadrando-se todos os pontos analisados na classe dos solos cauliniticos.

#### 4.2.4 — LEVANTAMENTO DE SOLOS — CLASSIFICAÇÃO

As figuras 9, 10, 11, 12, mostram a distribuição espacial dos solos da área, cartografados em várias categorias com base na classificação americana de 1970 (13), e o quadro 4 a freqüência porcentual dos pontos amostrados segundo o nível de levantamento e unidade taxonômica considerados.

Na figura 9 estão representados a área, os pontos de amostragem e a carta de solos correspondente à classificação dos pontos ao nível de subordem. Observa-se por esta figura que dos 66 pontos amostrados, 65 enquadram-se na subordem Orttox, enquanto o ponto número 31 correlacionou-se com a subordem Udalf, pertencendo, portanto, à ordem dos Alfissolos.

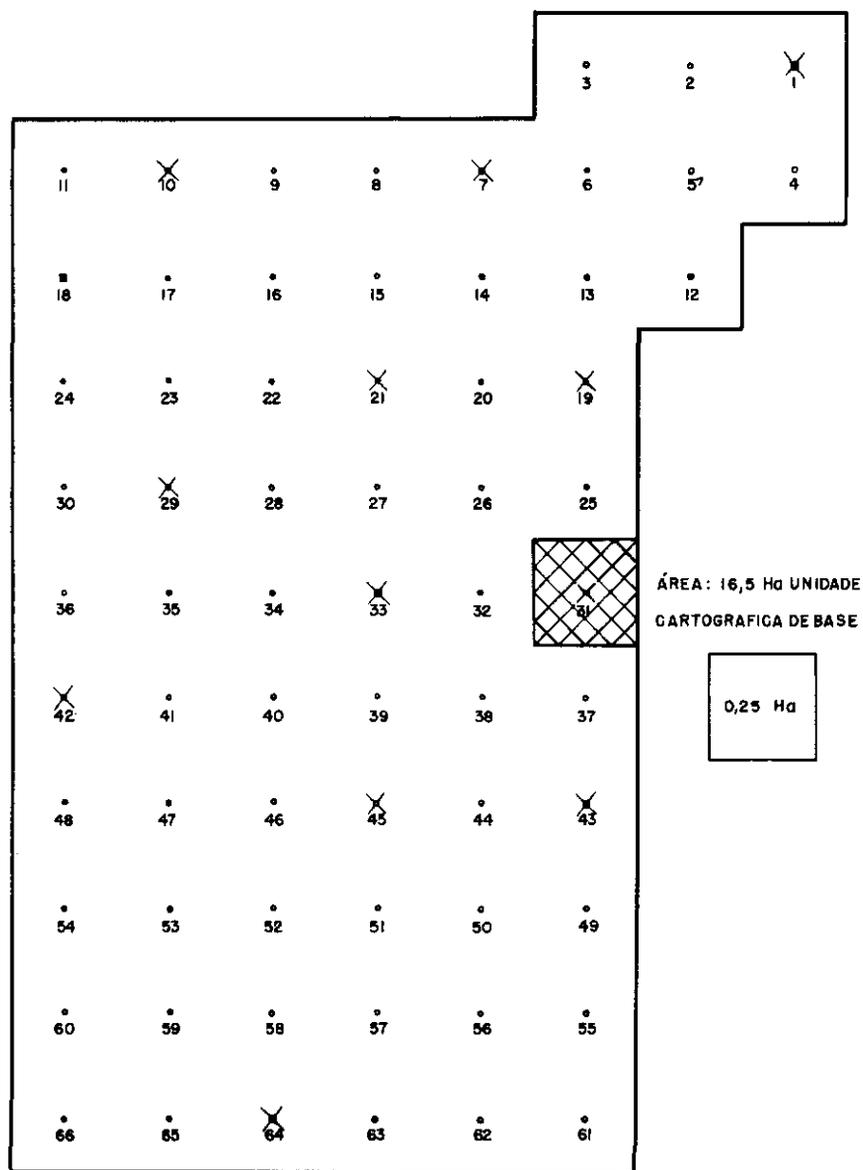
A subordem Orttox representa, portanto, 98,5% dos pontos amostrados, e a subordem Udalf, apenas 1,5% (quadro 4).

A capacidade de retenção de cátions superior ou inferior a 1,5 e.mg/100 g argila e a saturação em bases da camada d, foram as únicas características diferenciais que apresentaram variação suficiente para permitir a subdivisão de solos no nível de grande grupo.

Não se verificou, portanto, até esse nível, a existência de outras características morfológicas e/ou químicas que possibilitassem identificar outras classes que não os grandes grupos Eutrortox, Haplortox e Acrortox.

A freqüência porcentual dos pontos amostrados neste nível para os oxissolos, segundo se observa no quadro 6 é a seguinte: Eutrortox 61,0%, Haplortox 24% e Acrortox 13,5%.

Há, portanto, nítida predominância do grande grupo Eutrortox sobre os demais.



### LEGENDA

 UDALF  
 ORTOX

• TRINCHEIRAS 60 X 60 X 60 CM  
 ■ TRINCHEIRAS 100 X 100 X 100 CM  
 X AMOSTRAGEM PARA ANÁLISE MINERALÓGICA

Figura 9. - Esquema da Área-2, indicando a localização dos pontos de amostragem e a distribuição dos solos ao nível de subordem.

QUADRO 4. — Frequência porcentual dos pontos amostrados segundo o nível de levantamento e unidade taxonômica considerados: Área 2: Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP.

Nível de levantamento	Unidade taxonômica	N.º de pontos	N.º de frequência
Ordem	Oxissolo	65	98,5
	Alfissolo	1	1,5
Subordem	Ortox	65	98,5
	Udalf	1	1,5
Grande-grupo	Eutrortox	41	61,0
	Haplortox	15	24,0
	Acrortox	9	13,5
	(Udalf)	1	1,5
Subgrupo	Eutrortox Típico	37	56,1
	Eutrortox Petroférico	4	6,1
	Haplortox Típico	15	22,7
	Acrortox Típico	8	12,1
	Acrortox Petroférico	1	1,5
	(Udalf)	1	1,5
Família	Eutrortox Típico, mesclado, lig. ácido profundo		
	— argiloso	29	43,9
	— muito argiloso	8	12,2
	Eutrortox Petroférico, mesclado, lig. ácido, raso		
	— argiloso	2	3,0
	— muito argiloso	2	3,0
	Haplortox Típico, mesclado, profundo		
	— argiloso, lig. ácido	8	12,4
	— argiloso, ácido	2	3,0
	— muito argiloso, lig. ácido	3	4,5
	— muito argiloso, ácido	2	3,0
	Acrortox Típico, mesclado, profundo		
	— argiloso, lig. ácido	2	3,0
	— muito argiloso, lig. ácido	2	3,0
	— muito argiloso, ácido	4	6,0
	Acrortox Petroférico, muito argiloso, mesclado, lig. ácido, raso	1	1,5
Série	Eutrortox Típico, mesclado, lig. ácido profundo		
	Argiloso V% < 50	23	34,8
	Argiloso V% ≥ 50	6	9,1
	Muito argiloso V% < 50	7	10,7
	Muito argiloso V% ≥ 50	1	1,5
	Eutrortox Petroférico, mesclado, lig. ácido, raso		
	Argiloso V% 50	2	3,0
	Muito argiloso, V% < 50	1	1,5
	Muito argiloso, V% ≥ 50	1	1,5
	Haplortox Típico, mesclado, profundo, V% ≥ 10,		
	Argiloso, lig. ácido	8	12,4
	Argiloso, ácido	2	3,0
	Muito argiloso, lig. ácido	3	4,5
	Muito argiloso, ácido	2	3,0
	Acrortox Típico, mesclado profundo		
	Argiloso, V% ≥ 10, lig. ácido	2	3,0
	Muito argiloso, V% ≥ 10, lig. ácido	2	3,0
	Muito argiloso, V% ≥ 10, ácido	3	4,5
	Muito argiloso, V% < 10, ácido	1	1,5
	Acrortox Petroférico, mesclado, lig. ácido, raso		
	Muito argiloso, V% ≥ 10	1	1,5

A presença de um horizonte petroférico (13) nos pontos 17, 23, 29, 35 e 41, levou-nos a propor os subgrupos Acrortox petroférico e Eutrortox petroférico, não previstos na classificação americana de 1970.

Afora a presença deste horizonte, as características morfológicas, físicas e químicas se mantêm homogêneas, não permitindo, portanto, separar os solos em contato petroférico em outros subgrupos que não os Eutrortox, Haplortox e Acrortox típicos (figura 10).

O quadro 4 mostra que entre os Ortox o subgrupo de maior frequência é o Eutrortox típico, correspondendo a 56,1 dos pontos amostrados, os subgrupos Haplortox típico com 22,7%, o Acrortox típico com 12,1%, o Eutrortox petroférico com 1,5%. Para subdividir os subgrupos em famílias, usaram-se para a camada subsuperficial os critérios pH em água superior ou inferior a 5,5, classes textural argilosa ou muito argilosa e espessura inferior ou superior a um metro até o contato petroférico.

A distribuição espacial dessa unidade está representada na figura 11.

As condições pedoclimáticas satisfazem às exigências para considerar todos os solos analisados como pertencentes à família isotérmica, tendo-se omitido a designação da classe climática, na legenda da figura e do quadro correspondentes.

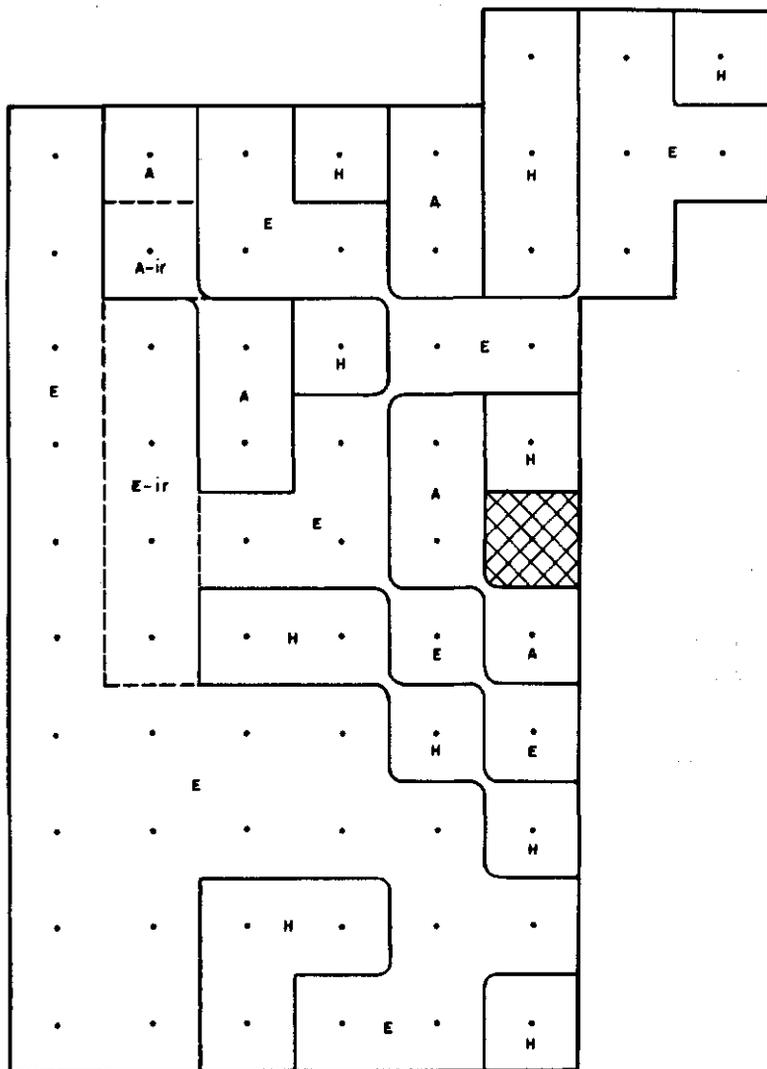
Observa-se pela figura 11 que os cinco subgrupos da ordem Oxissolo correspondem a doze famílias. As famílias Eutrortox típico mesclado, ligeiramente ácido, profundo, argiloso e Acrortox petroférico, mesclado, ligeiramente ácido, raso, muito argiloso com 43,9% e 1,5% respectivamente, de frequência de pontos amostrados, representam as famílias de maior e menor importância espacial na área (quadro 4).

O subgrupo Eutrortox típico subdividiu-se em duas famílias, sendo a família mesclado, ligeiramente ácido, profundo, argiloso a mais representativa, compreendendo 42,6% dos pontos analisados enquanto que a família mesclado, ligeiramente ácido, profundo, muito argiloso perfaz 12,2% dos pontos analisados.

O subgrupo Eutrortox petroférico subdividiu-se também em duas famílias: a) mesclado, ligeiramente ácido, raso, argiloso e b) mesclado, ligeiramente ácido, raso, muito argiloso, ambas apresentando a mesma frequência de pontos amostrados, isto é, 3%.

Devido ter sido possível o emprego de duas características diferenciais, pH em água e porcentagem de argila, subdividiu-se o subgrupo Haplortox típico em quatro famílias, das quais a família mesclado, profundo, argiloso, ligeiramente ácido, com 13,7% dos pontos amostrados, constitui a unidade de maior expressão espacial.

O subgrupo Acrortox típico, apesar de ter sido também subdividido mediante a utilização do pH em água e porcentagem de argila como critério



LEGENDA

- |          |                  |             |                        |
|----------|------------------|-------------|------------------------|
| <b>E</b> | EUTRORTOX TÍPICO | <b>A-ir</b> | ACRORTOX PETROFÉRRICO  |
| <b>H</b> | HAPLORTOX TÍPICO | <b>E-ir</b> | EUTRORTOX PETROFÉRRICO |
| <b>A</b> | ACRORTOX TÍPICO  |             | UDALF                  |

———— SEPARAÇÃO ENTRE GRANDES GRUPOS

----- SEPARAÇÃO ENTRE SUB-GRUPOS

Figura 10 - Esquema da Área-2, indicando a distribuição dos solos ao nível de subgrupo.



diferencial ao nível de família, apresentou três classes distintas, dentre as quais a família mesclado, profundo, muito argiloso e ácido, com 6% de pontos amostrados, representa a classe mais importante do ponto de vista espacial.

Ao nível de série, os solos foram separados com base nos valores de saturação em bases da camada subsuperficial, superiores ou inferiores a 10 nos solos distróficos e superior ou inferior a 50 nos solos eutróficos. Esse critério permitiu a definição de 16 séries pertencentes à ordem Oxissolo (figura 13).

A unidade Eutrortox típico, mesclado, ligeiramente ácido, profundo, argiloso, com saturação em bases inferior a 50%, constitui a série que apresenta a maior frequência de pontos amostrados, cerca de 35%, enquanto que as séries Eutrortox típico, mesclado, ligeiramente ácido, profundo, muito argiloso, com saturação em bases superior a 50; Eutrortox petroférico, mesclado, ligeiramente ácido, raso, argilosos com saturação em bases inferior a 50; Acrortox típico profundo, muito argiloso, ácido, com saturação em bases inferior a 10, e finalmente a série Acrortox petroférico, ligeiramente ácido, raso, muito argiloso com saturação em bases superior a 10, cada qual com apenas 1,5% dos pontos amostrados, correspondem às unidades de menor expressão espacial.

Observa-se, pelas unidades taxonômicas estabelecidas, que, com exceção de algumas características químicas, apenas a porcentagem de argila e a ocorrência de contato petroférico foram empregadas como características diferenciais de classe, ressaltando a maior uniformidade desses solos com respeito às propriedades mineralógicas, morfológicas e físicas relativamente às químicas.

A julgar pelos dados apresentados não há, aparentemente, relação entre as características químicas, físicas, morfológicas e mineralógicas utilizadas como característica diferencial. Aliando este fato à absoluta uniformidade da paisagem, vê-se ser impraticável, apenas com observações de campo, o estabelecimento de classes inferiores à categoria de subordem.

A classificação de solos nas categorias inferiores fica, desta forma, na dependência da caracterização analítica do material coletado.

As figuras 10, 11 e 12 mostram que os solos distribuem-se já ao nível de grande grupo de maneira aparentemente caótica, enquanto o quadro 3 indica haver, até o nível de subgrupo, acentuada predominância de uma unidade de mapeamento sobre as outras.

Utilizando a mesma argumentação tecida no item 4.1.4 pode-se admitir, também para a área-2, como elevada a probabilidade de a maioria dos pontos de observação e controle serem amostrados na unidade predominante e, conseqüentemente, a localização do perfil representativo da classe na unidade taxonômica principal. O nível de subgrupo pode ser considerado, portanto, como o mais adequado nas nossas condições para levantamentos semidetalhados, em áreas semelhantes a esta.

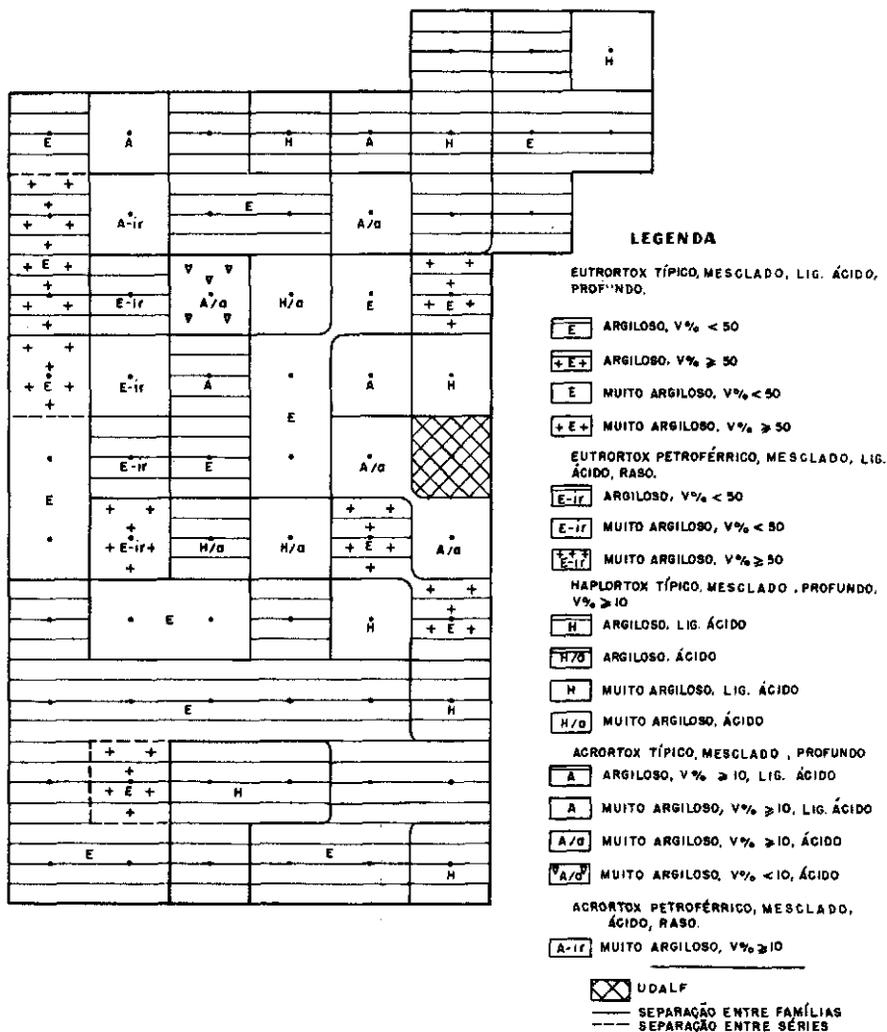


Figura 12 - Esquema da Área-2, indicando a distribuição dos solos ao nível de série.

As observações de Powell & Springer (30), de que as unidades de mapeamento sejam definidas em termos de duas ou mais unidades taxonômicas dominantes sem especificar a porcentagem de cada uma delas encontra guarida, já que na área-2 ao nível de grande grupo a unidade taxonômica principal representa apenas 61%, sendo a diferença representada por três outras unidades.

## 5 — CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado, os resultados obtidos permitem chegar às seguintes conclusões:

a) Tanto em superfície como em profundidade, há grande homogeneidade nas características morfológicas. Com exceção da textura, do contato petroférico e da espessura do solo da área-2, não se destacou em ambas as áreas, nenhuma característica como diferenciadora de classe.

b) Apenas com observação de campo é impraticável chegar-se ao nível de grande grupo, visto que a diferenciação de classes na ordem Oxisolo fica na dependência da caracterização analítica do material coletado, e não foi possível, nas áreas de estudo, relacionar a morfologia com os dados analíticos.

c) Podem-se considerar as categorias de família para a área-1 e de subgrupo para a área-2 como as mais adequadas ao nível de levantamento semidetalhado e na escala de publicação de 1:50.000.

d) As características químicas utilizadas como diferenciadoras de classes não se relacionam, aparentemente, com as características morfológicas, físicas e mineralógicas.

### DIFFERENTIATION AND DISTRIBUTION OF SOILS, IN SEVERAL LEVELS IN TWO APPARENTLY HOMOGENEOUS AREAS OF OXISOL

#### SUMMARY

In two apparently homogeneous areas of Oxisol, soil samples both from the surface (0-30 cm) and from the subsurface (80-120 cm) were collected in each of the areas, following a 50 m grid pattern.

Each soil sample was analysed in order to be classified and to be verified under the soil survey point of view the distribution of the mapping units as well as their frequency of occurrence with diminishing degree of generalization of the taxonomic classes according to the American soil classification system of 1970.

The results obtained for both areas led to the following conclusions:

a) Morphological characteristics were found to be very homogeneous for surface and subsurface samples. Excluding the petroferric contact and the soil depth in area-2, the morphological characteristics were unsuitable to differentiate classes in both areas.

b) The classification of the soils in the great group level based on field observation alone was found to be not suitable as the differentiation of the units Oxisols depends on the analytical characteristics, and it was not possible, in these areas to relate the morphology with the analytical data.

c) The categories of family for area-1 and subgroup for area-2 were considered the more adequate for the semi-detailed level of soil survey and the scale of publication of the map of 1:50,000.

## LITERATURA CITADA

1. BENNEMA, J. & CAMARGO, M. N. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros. Rio de Janeiro, Div. Ped. Fert. Solo, 1964. 33fls. (Mimeografado)
2. BJORNBERG, A. J. S. & LANDIN, P. M. B. Contribuição ao estudo da formação Rio Claro (Neocenozóico). Bol. Soc. bras. Geol. 15(4):43-67, 1966.
3. —————; MACIEL, A. C. & GANDOLFI, N. Nota sobre os depósitos modernos na região de Rio Claro, S. Paulo. Geologia 11:21-36, 1964.
4. BLOISE, R. M.; CASTRO, A. F. & VAVRA, J. P. Estudo de calagem conforme a relação de alumínio trocável para bases trocáveis. In: Congr. bras. Cienc. Solo, 13., Vitória, 1971. (Resumos)
5. BURING, P.; STEUR, G. G. L. & VINCK, P. A. Some techniques and methods of soil survey in the Netherlands. Neths. J. agric. Sci. 10(2):157-172, 1962.
6. BURROUGH, P. A.; BECKETT, P. H. T. & JARVES, M. G. The relations between cost and utility in soil survey. J. Soil Sci. 22(3):339-394, 1971.
7. CAMPINAS. INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual para descrição do solo no campo. Campinas, 1969. 48p. (Boletim 118)
8. CARDOSO FRANCO, E. P. Cation exchange capacity of clay fraction in ferrallitic, fersiallitic and paraferalitic soils of Angola. In: Intern. Congr. Soil Sci., 8., Bucharest, 1964. Transactions, v.5, p.577-581.
9. CARVALHO, A.; OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE & MENCK, J. R. F. Variabilidade de características mineralógicas em duas áreas homogêneas de Oxissolo. In: Congresso bras. Cienc. do Solo, 14., Santa Maria, 1973. Anais. p.602-617, 1975.
10. CATANI, R. A. & PAIVA NETO, J. E. Dosagem do potássio e sódio pelo fotômetro de chama, sua aplicação em análise de solo. Bragantia 9:175-183, 1949.
11. COSTA, A. O. L. & GODOY, H. Contribuição para o conhecimento do clima do solo de Ribeirão Preto. Bragantia 21:689-742, 1962.
12. D'HOORE, J. L. La carte des sols d'Afrique au 1/5.000.000. Memoire explicatif. Lagos, Commn. Coop. Techn. Afrique, 1964. 209p. (Publ. 93)
13. EUA. Soil taxonomy. (Selected chapters from the unedited text). Washington, 1970.
14. FRANÇA. Commission de Pedologie et de cartographie des Sols. Classification des sols. Edition 1967. Versailles, s.d. 96p.
15. KAMPRATH, E. J. Exchangeable aluminum as a criteria for liming leached mineral soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 34:252-254, 1970.
16. LARACH, J. O. I. & outros. Estudo da produtividade dos solos álicos do Estado do Paraná. In: Congr. Bras. Cienc. Solo, 13., Vitória, 1971. (Resumos)
17. LÉVÊQUE, A. Les sols ferrallitiques de Guianne Française. Paris, ORSTOM, 1967. 168p. (Memoires 3)

18. McCORMACK, D. E. & WILDING, L. P. Variation of soil properties within mapping units of soils with contrasting substrata in North Western Ohio. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 33:587-593, 1969.
19. MAIGNIEN, R. Manuel de prospection pedologique. Paris, ORSTOM, 1969. 132p. (Initiations Documentations Techniques 11)
20. MARCOS, Z. Z. Morphologic and physical properties of line texture Oxisols, State of São Paulo. Ohio St. Univ., 1971. 292fls. (PhD Thesis)
21. MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. In: Congr. bras. Cienc. do Solo, 8., Salvador, 1957. Anais. Rio de Janeiro, Soc. bras. Cienc. do Solo, 1962. p.29-38.
22. MENCK, J. R. & OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE. Estudo comparativo da influência de agentes dispersantes e de pré-tratamentos na análise granulométrica dos solos. In: Congresso bras. Cienc. do Solo, 14., Santa Maria 1973. Anais. (a publicar)
23. NYE, P. & outros. Ion exchange equilibria involving aluminum. *Proc. Soil Sci Soc. Am.* 25:14-17, 1961.
24. OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE & CARVALHO, A. Uso do solo no município de Ribeirão Preto. *Bol. paul. Geogr.* 43:5-58, 1966.
25. ————— & MENCK, J. R. F. Variabilidade de características químicas e físicas em duas áreas homogêneas de Oxisolo. In: Cong. bras. Cienc. do Solo, 14, Santa Maria, 1973. Anais. p.359-376, 1975.
26. ————— & MONIZ, A. C. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia* 34:59-113, 1975.
27. ————— & ROTTA, C. L. Apreciações generalizadas sobre as características químicas das unidades de solos da Estação Experimental de Limeira. *Bragantia* 32:61-92, 1973.
28. ————— & —————. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Limeira. *Bragantia* 32:1-60, 1973.
29. PENTEADO, M. M. Geomorfologia do setor ocidental da depressão periférica paulista. Rio Claro, Fac. Fil. Cienc. Letr., 1968. 160fls. (Tese de doutoramento)
30. POWELL, J. C. & SPRINGE, M. E. Composition and precision of classification of several mapping units of the Appling, Cecil and Lloyd series in Wallon Country, Georgia. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 29: 454-458, 1955.
31. RAIJ, B. VAN & KÜPPER, A. Capacidade de troca de cations em solos. Estudo comparativo de alguns métodos. *Bragantia* 25:327-336, 1966.
32. RICHARDS, L. A. A pressure membrane extraction apparatus for soil solution. *Soil Sci.* 57:377-86, 1951.
33. SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Geológico. Mapa geológico do Estado de São Paulo, 1963. Escala 1:1.000.000.
34. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Minist. Agríc., 1960, 634p. (Bol. 12).
35. SLAVIN, W. Atomic absorption spectroscopy. New York, Intercience, 1968. 307p.

- 
36. SMITH, G. D. & NEWHALL, F. Soil temperature regimes, their characteristics and predicability. Washington, Dept. Agric. 1964, 13p.
  37. SYS, S. Lès sols de l'Afrique Centrale dans la classification americaine: 7. e approximation. Afr. Soils 24(1/2):5-24, 1969.
  38. VETTORI, L. Método de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Bol. técn. 7)
  39. VINK, A. P. A. Soil survey as related to agricultural productivity. J. Soil Sci. 14(1):88-101, 1953.