RELAÇÕES SOLOS-SUPERFÍCIES FISIOGRAFICAS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE PIRACICABA, SP.

ANTONIO ELÍSIO MENESES LÔBO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1983

"Hã homens que lutam um dia e são bons;
Hã outros que lutam um ano e são melhores;
Hã os que lutam muitos anos e são muito bons;
Mas hã os que lutam toda a vida;
Esses são os imprescindíveis".

(Bertolt Brecht)

À Memória

de meu pai, JOÃO FERREIRA LÔBO,

de meu sogro, EDMILSON FONTENELLE

e de minha irmã EDNA,

que continuam iluminando o meu caminho...

A minha mãe

e meus irmãos,

D E D I C O

A Francisca Maria, minha
esposa, e meus filhos:

Eberth

Wenderson

Francieli

O F E R E Ç O

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Ao Prof. Dr. José Luiz Ioriatti Demattê, pela orientação segura com que nos conduziu nesta pesquisa, pela compreensão e apoio irrestritos demonstrados em todas as oportunidades.

- Ao Dr. Igo Fernando Lepsch, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), SP., pela co-orientação, sugestões e pela cessão dos laboratórios para a realização de grande parte das análises físicas e químicas, bem como dos dados de computação.

- Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Teixeira Mendes, pela cessão do Laboratório de Mineralogia de Solos, onde se efetuou grande parte das análises, bem como pelos conhecimentos e amizade alicerçada.

- À Profª Therezinha Lopes de Assis, Pró-Reitora de Ensino e Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, pelo apoio e ajuda financeira dispensados para a execução.

ção deste trabalho.

- Ao Prof. Virgílio de Assis Pereira da Silva Júnior, Prô-Reitor de Assuntos Comunitários da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, por todo o empenho demonstrado à conclusão deste.

- Ao Prof. João Pedrosa Castelo, pelo apoio e incentivos constantes.

- À Profª Lúcia Campos Lima, pela elaboração do texto em inglês.

- A Eliane Lima Mendonça, pela revisão do texto de português.

- Ao Sr. Gismar da Cruz Rabêlo, Chefe de Secretaria do CTU/UFJF/MG, por toda a ajuda e empenho demonstrados.

- À Sra. Beatriz Landau, pela elaboração dos desenhos e gráficos.

- Ao Sr. José Walter de Andrade Ávila, Resp. p/ Exp. da Imprensa Universitária da UFJF, MG, pela impressão das fotos, elaboração da capa e da página de rosto.

- À Sra. Rosa Maria Gouvêa Cunha, pelo esmero na datilografia deste.

- À CAPES, através do Programa Institucional de Capacitação Docente (P.I.C.D), pela Bolsa de Doutorado.

- À Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), MG, e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pela oportunidade de aperfeiçoamento através do curso de pós-graduação.

- A Francisca Maria, minha esposa, pelo incentivo, ajuda, compreensão, paciência e tranqüilidade demonstrados durante todo o curso e desenvolvimento deste trabalho.

- E a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

Í N D I C E

	<u>Página</u>
SUMMARY	1
RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Evolução das Propriedades Pedológicas e Relações Solo-Paisagem	9
2.2. Solos Desenvolvidos de Rochas Eruptivas Básicas no Centro Sul do Brasil	16
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
3.1. Localização	21
3.2. Clima e Vegetação	21
3.3. Geologia e Geomorfologia	23
3.4. Solos	29
4. MÉTODOS	32
4.1. Granulometria	32
4.2. Determinações Químicas	33
4.3. Métodos Mineralógicos	34
a. Pré-tratamento das amostras e separa- ção das frações granulométricas	34
b. Montagem das lâminas para microscopia e identificação	36
c. Difração de Raios-X	37
d. Análise micromorfológica	38

	<u>Página</u>
4.4. Delimitação das superfícies fisiográficas	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1. Geomorfologia e Superfície Fisiográficas	40
5.2. Análise Química pelo Ataque Sulfúrico	46
5.3. Mineralogia da Fração Areia	55
5.4. Mineralogia da Fração Silte	58
5.5. Mineralogia da Fração Argila	60
5.6. Micromorfologia	81
5.7. Processos de Gênese dos Solos	86
6. CONCLUSÕES	96
7. LITERATURA CITADA	99
8. APÊNDICE 1 - Descrições morfológicas dos per - fis de solos	113
9. APÊNDICE 2 - Resultados das análises granulomê tricas e químicas dos perfis de solos	137
10. APÊNDICE 3 - Resultados físicos e químicos das superfícies fisiográficas	148
11. APÊNDICE 4 - Micromorfologia: descrição resumi da das lâminas	157

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1 - Posição do município de Piracicaba em relação ao Estado de São Paulo	22
2 - Balanço Hídrico da região de Piracica <u>ba</u> , Estado de São Paulo	24
3 - Perfil Geológico/Geomorfológico da área de estudo com as superfícies fisiogr <u>afi</u> cas	27
4 - Posição dos Perfis no relevo	31
5 - Fotografia aérea com as superfícies fi- siográficas e posição dos perfis de so- los	42
6 - Fotografia aérea com as superfícies fi- siográficas e posição dos perfis de so- los	43
7 - Relação entre a idade das superfícies e a saturação de bases	45
8 - Relação entre a idade das superfícies e a soma de bases	47
9 - Relação entre a idade das superfícies e o teor de cálcio	47
10 - Relação entre a idade das superfícies e a capacidade de troca catiônica	48

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
11	- Relação entre a idade das superfícies e o teor de silte	49
12	- Relação entre a idade das superfícies e a relação silte/argila	49
13	- Relação entre a idade das superfícies e o teor de alumínio	50
14	- Difratoograma de Raios-X da fração silte do horizonte Ap do perfil P ₁	59
15	- Difratoogramas de Raios-X da fração silte dos horizontes Bs _{q1} , IIBt ₅ e IIC ₄ do perfil P ₂	61
16	- Difratoograma de Raios-X da fração silte do horizonte IIBt ₃ do perfil P ₃	62
17	- Difratoogramas de Raios-X da fração silte dos horizontes Ap e C do perfil P ₄	63
18	- Difratoogramas de Raios-X da fração silte dos horizontes Ap e C _{4g} do perfil P ₅	64
19	- Difratoograma de Raios-X da fração silte do horizonte IIC _{1g} do perfil P ₆	65
20	- Difratoogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte Ap do perfil P ₁	67
21	- Difratoogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte Bs _{q2} do perfil P ₁ ..	68
22	- Difratoogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte Bt ₁ do perfil P ₂ ...	69

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
23 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte IIBt ₅ do perfil P ₂ ...	70
24 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte IIC ₄ do perfil P ₂ ...	71
25 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte IIBt ₃ do perfil P ₃ ...	72
26 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte IIC ₄ do perfil P ₃ ...	73
27 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte Ap do perfil P ₄	74
28 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte C do perfil P ₄	75
29 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte Ap do perfil P ₅	76
30 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte Bt _{4g} do perfil P ₅ ...	77
31 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte C _{4g} do perfil P ₅ ...	78
32 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte IIBt _{3g} do perfil P ₆ .	79
33 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila deferrificada do horizonte IIC _{3g} do perfil P ₆ ..	80
34 - Difrátogramas de Raios-X da fração argila, isenta de caulinita, dos perfis P ₁ a P ₆	82

LISTA DE QUADROS

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>
1 - Dados climatológicos do Município de Piracicaba, SP	25
2 - Resultados obtidos pela análise do ataque sulfúrico da TFSA, relações ki , kr e Al_2O_3/TiO_2	52
3 - Resultados das frações leve e pesada (fração modal), dos minerais magnéticos e não magnéticos, determinação e frequência dos espécimes minerais dos solos estudados	56
4 - Resultados granulométricos das sub-frações da areia total e das frações argila e silte dos solos estudados	138
5 - Composição granulométrica dos solos estudados	140
6 - Resultados químicos dos solos estudados	144
7 - Resultados das análises da superfície I	149
8 - Resultados das análises da superfície II	150
9 - Resultados das análises da superfície III	152

QuadroPágina

10	- Resultado das análises da superfi- cie V	152
11	- Resultado das análises da superfi- cie VI	153
12	- Resultado das análises da superfi- cie IV (Ravina-O)	154
13	- Resultado das análises da superfi- cie IV (Ravina-B)	155
14	- Resultado das análises da superfi- cie IV (Ravina-O + Ravina-B)	156

SOIL-PHYSIOGRAPHIC SURFACES RELATIONSHIP IN
A TOPOSEQUENCE OF PIRACICABA, SP.

Antonio Elísio Meneses Lóbo
Dr. José Luiz Ioriatti Demattê

SUMMARY

The main purpose of the present work is to study variations on mineralogical properties of soils originated mainly from basic rocks and located on a toposequence, in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

Six physiographic surfaces of a different estimate relative ages were identified and located in maps. They present relationship with some soil properties. On surface I, the oldest surface, occurs soil with latosolic B horizon (Profile P_1 , Dark Red Latosol, medium texture) originated from a sandy sediments; on surface II a "Terra Roxa Estruturada Latossólica", eutrophic (Profile P_2) was found; on surface III, a "Terra Roxa Estruturada", eutrophic (Profile P_3); on surface IV (the youngest toposequence) a Diabasic Cambisol, eutrophic (Profile P_4); on surface V, a Reddish Brunizen (Profile P_5) and on surface VI, a transitional soil between the Reddish Brunizen and the "Terra

Roxa Estruturada", though presenting a deficitary drainage in the lower horizons (Profile P_6). All these soils, except Profile P_1 , originated from material derived on large scale from basic rocks.

The variations in the mineralogical properties were found to be due on differences concerning the intensity and time of wheatering and lixiviation processes. Cationic exchange capacity, ki index, base saturation, exchangeable calcium and Δ pH increased from the oldest to the youngest surfaces.

The clay fraction of the most developed soils is characterized by a dominance of kaolinite, considerable amounts of gibbsite and some chloritized vermiculite. The soils on the youngest surfaces (Profiles P_5 , P_6 and P_4) shown large amounts 2:1 minerals, especially montmorilonite. The variation on quality and quantity of the clay fraction was considered to be an evidence for the different alteration stage in the soils.

The sand fraction shows mostly quartz and opaque minerals. The plagioclase feldspars are found in the silt fraction in small amounts, only in the youngest soils.

The variation in the micromorphological characteristics was observed, mainly, in relation to the clay, fre -

quently found in the soils of the youngest surfaces as well as in the plasmic structure, ranging from undulic in the oldest to insepic in the youngest soils.

The horizon type of the subsurface allowed us to establish the evolution sequence as follows:

soil with cambic horizon (Profile P₄, Lithic Tropudalf) → soils with B textural, high activity clay (Profile P₅, Aquic Argiudoll; Profile P₆, Aquic Tropudalf) → soil with B textural, low activity clay (Profile P₃, Tropudalf) → soil with associated B textural and latosolic B (Profile P₂, Oxic Tropudalf) → soil with latosolic B (Profile P₁, Haplorthox).

RELAÇÕES SOLOS-SUPERFÍCIES FISIOGRAFICAS EM UMA
TOPOSSEQUÊNCIA DE PIRACICABA, SP

Antonio Elísio Meneses Lôbo
Dr. José Luiz Ioriatti Demattê

RESUMO

O presente trabalho objetiva estudar as varia -
ções das propriedades mineralógicas de solos originados, prefe-
rencialmente, de rochas básicas e localizados, em uma toposse -
quência, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

Foram identificadas e mapeadas seis superfícies
fisiográficas, com diferentes idades relativas estimadas, que
mostraram relacionamento com certas propriedades dos solos estu -
dados. Na superfície I, a mais antiga, situa-se solo com B la -
tossólico (Perfil P_1 , Latossolo Vermelho Escuro, textura média),
originado de sedimentos arenosos; na superfície II foi encontra -
do um perfil de Terra Roxa Estruturada Latossólica, eutrófica
(Perfil P_2); na superfície III, um perfil de Terra Roxa Estrutu -
rada, eutrófica (Perfil P_3); na superfície IV (a mais jovem da
topossequência), um Cambissolo substrato Diabásio, eutrófico

(Perfil P_4); na superfície V, um Brunizen Avermelhado (Perfil P_5) e na superfície VI, um solo transicional entre o Brunizem A vermelhado e a Terra Roxa Estruturada, porém, com deficiência de drenagem nos horizontes inferiores (Perfil P_6). Todos estes solos, com exceção do Perfil P_1 , tem como origem material com gran de contribuição de rochas básicas.

As variações nas propriedades mineralógicas foram atribuídas às diferenças na intensidade e tempo de atuação dos processos de intemperismo e lixiviação. A capacidade de troca catiônica, índice k_i , saturação de bases, teor de cálcio trocável e o Δ pH aumentam das superfícies antigas para as mais jovens.

A fração argila dos solos mais evoluídos caracteriza-se pela predominância de caulinita, maior presença de gibbsita e vermiculita/cloritizada. Os solos das superfícies mais recentes (Perfil P_5 , P_6 e P_4) mostram predominância de minerais 2:1, entre os quais a montmorilonita. Considerou-se a variação qualitativa e quantitativa na mineralogia da fração argila como evidência dos diferentes estádios de alteração em que se encontram os solos.

A fração areia apresenta dominância de quartzo e minerais opacos; os feldspatos (plagioclásios) estão presentes na fração silte, em pequenas quantidades, apenas nos solos mais

jovens.

A variação nas características micromorfológicas evidenciou-se, principalmente, em relação aos argilans, frequentes nos solos das superfícies mais recentes, e ao tipo de estrutura plásmica, indo de undúlica no solo mais evoluído a insépica nos solos jovens.

O tipo de horizonte de subsuperfície possibilitou o estabelecimento da sequência de evolução a saber:

solo com horizonte câmbico (Perfil P_4) → solos com B textural, argila de atividade alta (Perfil P_5 e P_6) → solo com B textural, argila de atividade baixa (Perfil P_3) → solo com associação B textural e B latossólico (Perfil P_2) → solo com B latossólico (Perfil P_1).

1. INTRODUÇÃO

Durante a realização do levantamento semi-detalhado dos solos da região de Piracicaba, Estado de São Paulo (RANZANI et alii, 1966), perfis de solos em diversas toposseqüências foram observados e utilizados para separação das unidades de mapeamento. Dentre tais toposseqüências, há uma de grande representatividade, localizada em área pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que se estende desde o rio Piracicaba até o aeroporto municipal, formada por uma sucessão de vestígios de pedimentos e terraços fluviais. Os solos que aí ocorrem possuem características contrastantes, desde os contendo horizonte B câmbico, relativamente pouco desenvolvidos, até os B latossólicos, mais intemperizados.

Os dados a respeito das características de tais solos, apontados no relatório de levantamento (RANZANI et alii, 1966), são, entretanto, escassos, e, praticamente, insuficientes para exames mais detalhados, assim como para servirem de

comparação com solos localizados em outras toposseqüências das regiões vizinhas.

Pouco se tem feito, nesta região, a respeito de estudos detalhados de toposseqüências. Salientam-se os trabalhos realizados por DEMATTE e HOLOWAYCHUK (1977) na região de São Pedro - onde se estudaram principalmente os solos desenvolvidos do arenito Botucatu e da formação Rio Claro - e por LEPSCH (1973), que estudou toposseqüência com solos da formação Rio Claro.

Devido, principalmente, à representatividade da referida toposseqüência do Campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", é que se propõe, neste trabalho, estudá-la em detalhe, objetivando:

- Examinar as propriedades mineralógicas dos solos, principalmente em função do tipo de material originário;
- Verificar relacionamento das propriedades dos solos com a posição que ocupam no relevo;
- Estabelecer relações gerais entre os elementos da paisagem com os solos e o respectivo material originário.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura é apresentada em duas partes distintas: a) evolução das propriedades pedológicas e b) relações solo-paisagem e solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas.

2.1. Evolução das Propriedade Pedológicas e Relações Solo-Paisagem

NEWBOLD, em 1844 (DANIELS et alii, 1971), tal vez tenha sido o primeiro pesquisador a utilizar a relação entre solo e geomorfologia, quando estudava a laterita do sudoeste da Índia. A interrelação entre a pedologia e geomorfologia é usada primariamente para fornecer informações básicas no estudo da gênese do solo (THORPE, 1965; RUHE, 1967; MORRISON, 1968). Segundo HUNT, em 1954 (DANIELS et alii, 1971), os princípios estratigráficos podem ser utilizados para ajudar na determinação da idade dos solos.

MILNE et alii (1935), está entre os primeiros que explicaram e indicaram os múltiplos fatores que envolvem as relações entre os solos e formas de relevo. Estes pesquisadores indicaram como a evolução de uma forma de relevo pode afetar os solos nela existentes.

Desde 1940, ênfase tem sido dada ao histórico do relevo em relação aos solos. Trabalhos australianos (MULCAHY , 1967; BREWER e WALKER, 1969) e africanos (NYE, 1954; OLLIER , 1959) têm sido dirigidos para a explicação de que certos solos não poderiam ser desenvolvidos nas condições climáticas reinantes onde atualmente se encontram.

Nos Estados Unidos, após 1960, os trabalhos relacionando solo-geomorfologia se desenvolveram principalmente em regiões muito influenciadas pelos episódios quaternários (PARSONS e BALSTER, 1966; RUHE, 1967 - 1969; PARSONS et alii, 1970; GILE, 1970). Tais estudos têm enfatizado a relação entre superfícies geomorfológicas e solos, bem como, prestado valiosa contribuição no esclarecimento de muitos aspectos de gênese e evolução dos solos (RUHE, 1956a, PARSONS e HERRIMAN, 1976).

RUHE (1956a, 1956b) verificou que as propriedades dos solos mudavam significativamente de acordo com a idade: assim, havia, dos solos mais jovens para os de maior idade, um aumento da espessura do "solum" e do horizonte B e um

maior teor de argila. Estas mudanças foram justificadas como função do tempo ou duração do processo intempérico.

Van WANBEKE (1962) observou que havia uma tendência de a razão silte/argila diminuir nos solos mais alterados, fato que mostra ser esta razão uma indicadora do grau de desenvolvimento do solo.

A relação entre a idade e desenvolvimento do solo pode-se refletir também em um aumento do acúmulo de carbonatos, maiores teores de argila no horizonte B e a ocorrência de um "solum" mais espesso (GILE. 1970).

GUNN (1974) verificou, ao estudar uma catena de solos desenvolvidos de basalto, uma mudança na mineralogia da fração argila, que passou, dos solos mais antigos para os mais jovens, de caulinitica para montmorilonítica e, ainda, que a capacidade de troca de cátions, cátions básicos e pH acompanham esta mudança e se elevaram no mesmo sentido.

O estudo de alguns perfis de solos arenosos mostrou uma variação sistemática dos resultados de análise granulométrica, que foram interpretados em função da posição que ocupam no relevo e da circulação interna de água. Interpretou-se esta variação ao longo da encosta como consequência da circulação lateral das soluções e do escoamento superficial das

águas pluviais, que promovem a redistribuição das partículas ao longo das vertentes até o fundo dos vales (QUEIROZ NETO e FERREIRA, 1974).

QUEIROZ NETO et alii (1974), estabeleceram sequência de perfis de solos, interpretadas cronologicamente quanto à posição ocupada na paisagem regional e grau de alteração. Concluíram que os perfis ocupando a posição cimeira regional (Intergrades Podzolizados variação Lins e B Latossólicos) são mais espessos e mais alterados, com menor desenvolvimento do horizonte B iluvial. Um segundo nível, logo acima da escarpa de arenito que ladeia o rio do Peixe, mostra perfis de solos Podzolizados variação Marília, menos alterados, porém com horizontes texturais mais marcados e até B Planossólicos. Abaixo da escarpa, ocorrem os Podzolizados variação Marília com menor distinção de horizontes e menor alteração que os anteriores. Em pequenos patamares das escarpas ocorrem perfis pouco espessos, menos lixiviados, com características de Brunizens. Finalmente, na escarpa os perfis são de solos pouco desenvolvidos, apresentando descarbonatação parcial do horizonte superficial e acumulação de carbonatos na base. Estes autores observaram, ainda, que os horizontes A da maior parte dos perfis constituem, na realidade, depósitos coluviais mais recentes, que prolongam-se encosta abaixo e acumulam-se em maior quantidade nos sopés.

ADAMS et alii (1975), verificaram um aumento i-

inicial de Fe e Al, que, com a evolução dos solos, decresceram e, ainda, que a capacidade de troca catiônica, saturação e soma de bases não mostraram tendências definidas com relação às variações motivadas pelo crescente desenvolvimento dos solos.

PARSONS et alii (1970) observaram que os solos situados em superfícies geomorfológicas recentes apresentavam somente horizontes A. Verificaram também que a saturação de bases e o carbono mostravam um decréscimo com a idade do solo. Constataram ainda que os solos situados em uma mesma superfí - cie podem não apresentar o mesmo desenvolvimento, vez que al - guns podem se formar em áreas mais instáveis, enquanto outros situam-se em áreas estáveis.

Estudando as relações solo-superfícies geomor - fológicas no Estado do Rio Grande do Sul, AZOLIN et alii (1976) concluíram que os solos mais evoluídos estão relacionados com as superfícies deposicionais de cotas mais elevadas, estáveis e mais antigas, onde ocorrem condições de intenso intemperismo e lixiviação, enquanto os solos menos evoluídos se relacionam a superfícies erosionais (encostas) e deposicionais das áreas baixas (pedimento e declividade aluvial), instáveis, mais jo - vens e expostas por menor período ao intemperismo e/ou às con - dições de drenagem impedida.

MARTINI (1976) constatou que os solos origina -

dos de cinzas vulcânicas apresentavam cor mais avermelhada e textura mais argilosa, no sentido dos solos mais jovens para os de maior idade. Por outro lado, observou que, neste mesmo sentido, os solos apresentavam uma modificação no caráter estrutural e na consistência, passando esta de friável para mais firme.

AHMAD et alii (1977), estudando uma sequência de solos no Paquistão, observaram que os de maior idade apresentavam um aumento da espessura do "solum", uma maior diferenciação de horizontes, um aumento em profundidade no teor de argila e, ainda, um aumento da capacidade de troca catiônica com a idade. Contrariando MARTINI (1976), verificaram que a cor e a consistência não sofreram alteração; por outro lado, constataram que o carbono não apresentou comportamento definido, fato considerado como decorrência do cultivo e do clima. O aumento da capacidade de troca catiônica foi motivado pela elevação dos teores de vermiculita e montmorilonita nos solos de maior idade.

DEMATTE e HOLOWAYCHUK (1977) estudaram solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo, e dividiram a área em diversas superfícies fisiográficas, utilizando critérios de separação preconizados por RUHE (1975), tais como : substrato rochoso, a relação espacial e os sedimentos superficiais. Neste mesmo trabalho, os autores relacionaram gênese de solos e a

paisagem.

LEPSCH et alii (1977a, 1977b, 1977c) estudaram as relações entre solos e a paisagem em Echaporã, no Planalto Ocidental de São Paulo, constatando que as superfícies elevadas e estáveis eram ocupadas por Oxisols e as superfícies erosionais jovens, por Ultisols, Alfisols, Inceptisols e Molisols. Observaram, ainda, que a capacidade de troca de cátions estava diretamente relacionada com o estágio de intemperização dos solos, não encontrando nenhuma relação direta entre a idade do solo e as características como saturação de bases, carbono e gradiente textural.

RODRIGUES e KLAMT (1978), em uma topossequência de solos do Distrito Federal, verificaram que a evolução genética e a distribuição destes solos parecem se relacionar com os processos responsáveis pela evolução e estabilidade das superfícies geomorfológicas, vez que na superfície erosional mais antiga e elevada (FEWER, 1956; CLINE e BUOL, 1973), correspondente à crista ou topo da paisagem (RUHE, 1969), ocorre o Latossolo Vermelho Amarelo textura média, com os teores mais elevados de gibbsita e caulinita na fração argila. Na encosta ou escarpa que constitui uma superfície instável, ocorre o solo Litólico Concrecionário Laterítico, pouco desenvolvido, com grande quantidade de concreções lateríticas e fragmentos de rochas semi-alteradas dispersas no perfil. Na segunda superfície

de erosão, representada pelo pedimento (RUHE, 1960), ocorrem , na parte superior, o Latossolo Vermelho Amarelo argiloso, na parte média, o Latossolo Vermelho Escuro argiloso sob vegetação de cerradão/mata e, na parte inferior do pedimento o Latossolo Vermelho Escuro argiloso de cerrado, com teores intermediários de gibbsita. Na superfície mais recente, representada por terraços e aluviões recentes, ocorre o solo Glei Pouco Húmico, pouco desenvolvido (BENNEMA e CAMARGO, 1964), apresentando os menores teores de gibbsita.

LIMA (1979) selecionou topossequências de solos derivados de eruptivas básicas no Estado do Paraná, nas quais distinguiu três superfícies fisiográficas: a) terras altas, correspondentes às superfícies preservadas e mais antigas da região, de domínio dos Latossolos Roxos; b) superfícies intermediárias, cujos solos representativos são as Terras Roxas Estruturadas e c) as superfícies mais recentes e instáveis, que ocorrem nas cotas mais baixas das topossequências, encontrando aí predominantemente os solos Litólicos, Cambissolos e Brunizem A vermelhados.

2.2. Solos Desenvolvidos de Rochas Eruptivas Básicas no Centro Sul do Brasil

No Estado de São Paulo, os solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas ocupam uma área de aproximadamente

38.000 km². Destes solos, foram constatadas três classes principais classificadas como Latossolo Roxo, Latossolo substrato basáltico e Terra Roxa Estruturada (BRASIL, 1960). A separação entre o Latossolo Roxo e a Terra Roxa Estruturada foi efetuada com base, principalmente, no tipo de horizonte de subsuperfície. Assim, o primeiro foi considerado como possuidor de um horizonte B latossólico e o segundo, de horizonte B textural, possuindo, estas duas unidades, uma saturação de bases muito variável.

O estudo destes solos derivados de rochas eruptivas básicas iniciou-se com os trabalhos pioneiros de PAIVA NETO (1942, 1948, 1951), e GUTMANS (1943) e, após a realização do Levantamento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960), foram classificados segundo conceitos modernos.

A mineralogia dos solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas é, provavelmente, aquela que conta com um maior número de estudos (PAIVA NETO, 1942; VERDADE, 1961; MONIZ e JACKSON, 1967; CARVALHO e MONTGOMERY, 1971; ESCOBAR et alii, 1971; MONIZ e CARVALHO, 1973; ROTTA et alii, 1974; ALOISI et alii, 1976). Destes solos, os mais estudados têm sido o Latossolo Roxo e a Terra Roxa Estruturada. As pesquisas até agora efetuadas levam à consideração de que o Latossolo Roxo se encontra em um estágio de intemperização superior ao da Terra Roxa Estruturada (MONIZ e OLIVEIRA, 1974).

ANDRADE et alii (1974) estudaram a relação genética existente entre solos, com boa e má drenagem, de três catenas, por meio de análises mineralógicas da fração argila, e concluíram que, nos solos formados em condições de drenagem pobre, o teor de gibbsita é inferior, ou mesmo nulo, em relação ao solo da mesma catena, formado em condições de boa drenagem. Verificaram também o aparecimento de montmorilonita, ou um ligeiro aumento em seu teor, nos solos formados sob condições de má drenagem. O argilo-mineral caulinita é dominante em todos os perfis.

MONIZ e OLIVEIRA (1974) realizaram estudos mineralógicos da fração argila de 24 horizontes selecionados, provenientes de 10 perfis de solos da localidade de Ribeirão Preto, representativos de unidades de mapeamento, em nível de série, sendo sete Oxissolos, dois Alfissolos e um Inceptissolo. Estes autores tomaram a Gibbsita como mineral índice para avaliação do grau de intemperismo e verificaram que os perfis de Terra Roxa Estruturada apresentaram os teores mais baixos (inferiores a 10%), enquanto os perfis de Latossolo Roxo apresentaram teores variáveis de 25 a 55%. O Inceptissolo apresentou valores intermediários, porém próximos aos da Terra Roxa Estruturada. Os teores de caulinita e alofana apresentaram variações inversa ao da gibbsita.

Para estes solos (MONIZ e OLIVEIRA, 1974) e para os estudados por MONIZ e JACKSON (1967), encontrou-se a se-

quinta sequência de intemperismo: rocha básica → mica → caulinita e alofana → gibbsita.

ROTTA et alii (1974) estudaram a mineralogia da fração argila de solos desenvolvidos em materiais provenientes de rochas básicas com contribuições prováveis de sedimentos da formação Irati, verificando o predomínio de caulinita em todos os horizontes estudados (valores entre 56 a 80%). Os teores de gibbsita atingem 25%, ocorrendo também em todos os solos, com maior concentração no Latossolo Vermelho Escuro-Orto. Os valores de alofana, micas, vermiculita e montmorilonita, conjuntamente, não ultrapassaram 15%, havendo predominância de alofana.

GALHEGO et alii (1979) estudaram a fração argila de solos em uma área, litológica e estratigraficamente representada por sedimentos superficiais pós-cretácicos, arenito Bauru e rochas eruptivas básicas, concluindo ser a caulinita o principal mineral, com diferentes tamanhos e graus de cristalinidade; diagnosticaram também a presença de gibbsita e interestratificados. Nas partes baixas, onde a drenagem é deficiente, provavelmente ocorrem neossínteses, formadas com contribuições de soluções ricas em silício, cálcio e magnésio. Por fim, constataram a presença da haloisita em todos os perfis, embora em pequenas quantidades.

Em solos desenvolvidos de rochas eruptivas bási-

cas, a fração argila, isenta de Ferro, foi estudada por difração de raios-X, análise térmica diferencial e microscopia eletrônica, observando-se que o litossolo fase substrato basáltico possui caulinita mal cristalizada, montmorilonita e pequena quantidade de haloisita e traço de gibbsita, enquanto o Latossolo Roxo possui gibbsita que atinge valores superiores a 25%, possivelmente mais em função da dessilicificação da caulinita que da alteração direta de eventuais minerais primários; a caulinita presente está, em parte, ligada à alteração destes minerais, como também pode formar-se durante a pedogênese, pela alteração progressiva de filossilicatos de rede mais complexa (GALHEGO e ESPÍNDOLA, 1979).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização.

As amostras de solos para o presente trabalho foram coletadas em área pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", situada no Município de Piracicaba, centro-leste do Estado de São Paulo, logo acima do Trópico de Capricórnio. As coordenadas geográficas da sede deste Município são $22^{\circ}44'$ de latitude sul e $47^{\circ}33'$ de longitude W.Gr., Figura 1.

3.2. Clima e Vegetação.

O clima da região de Piracicaba, é classificado, de acordo com o sistema Köppen, como sendo do tipo Cwa, isto é, mesotérmico úmido sub-tropical 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 (BRASIL, 1960). Segundo CERVELINI et alii

FIGURA 1 - POSIÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA EM RELAÇÃO AO ESTADO DE SÃO PAULO.

(1966), julho é o mês mais seco dos meses de inverno, com uma média de precipitação de 24,6 mm. O total das médias de precipitação para os meses secos (junho, julho e agosto) é de 99 mm. O mês de janeiro contrasta com todos os outros, tendo uma média de precipitação de 221 mm, sendo a média geral, para os meses mais úmidos (dezembro, janeiro e fevereiro), de 619 mm. Os dados climatológicos do município de Piracicaba, estão listados no QUADRO 1.

O balanço hídrico da região de Piracicaba, Estado de São Paulo, segundo Thornthwaite (RANZANI et alii, 1966), encontra-se no diagrama da Figura 2, onde pode-se observar que, durante quatro meses do ano - julho a outubro -, há deficiência de água no solo, e, nos oito meses restantes, excesso de água.

A cobertura vegetal natural das terras do município de Piracicaba pertenceu, ao que tudo indica, ao subtipo floresta latifoliada tropical, sendo maiores detalhes sobre a mesma encontrados em RANZANI et alii (1966).

3.3. Geologia e Geomorfologia

O município de Piracicaba, estudado geologicamente por MEZZALIRA (1965), está contido na folha geológica homônima, e descrito como sendo uma região de relevo suave, de formas topográficas não acentuadas e altitudes entre 500 e 700 metros.

FIGURA 2 - BALANÇO HÍDRICO DA REGIÃO DE PIRACICABA, ES. TADO DE SÃO PAULO.

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Média
Janeiro	220,9	29,7	18,9	23,6
Fevereiro	191,5	29,7	19,0	23,5
Março	135,3	29,7	18,1	23,1
Abril	63,1	28,1	15,2	21,2
Maio	47,9	26,0	11,9	18,5
Junho	41,1	24,8	10,3	17,0
Julho	29,6	25,1	9,3	16,7
Agosto	27,8	27,2	10,8	18,6
Setembro	58,7	28,2	13,3	20,5
Outubro	102,4	28,7	15,3	21,5
Novembro	134,2	29,4	16,4	22,5
Dezembro	207,0	29,5	17,9	23,2

QUADRO 1 - Dados climatológicos do município de Piraci
caba, Estado de São Paulo (média de 27 anos)
Fonte: CERVELINI et alii (1966).

Geomorfologicamente, a área em estudo apresenta, na parte mais elevada do vale, material correlacionado com a formação Rio Claro, constituída predominantemente por depósitos arenosos e de cascalhos, assentada sobre a formação Estrada Nova que, por sua vez, constitui-se de siltitos e folhelhos. Na sequência, em cotas inferiores, na direção do rio Piracicaba, há afloramento de um "sill" de diabásio intemperizado, interrompendo a continuidade da formação Estrada Nova que, mais abaixo, aflora e se assenta na formação Irati (siltitos, folhelhos betuminosos, calcário e sílex) cuja base é o diabásio. Finalmente, nas cotas mais inferiores, atingem-se os sedimentos argilosos que capeiam as margens e o leito do rio Piracicaba (Figura 3).

Neste local, o perfil topográfico do vale do rio Piracicaba apresenta-se dissimétrico, pois, ao Sul do vale, as formações geológicas observadas não são de mesma grandeza das existentes ao norte, fato que leva à conclusão terem sido estas formações destruídas em épocas remotas, deixando a descoberto o substrato rochoso de natureza básica. Este mesmo processo desenvolveu-se na parte sul do vale, área "stricto sensu" deste estudo, onde a intrusão de um "sill" de diabásio provocou o soerguimento das formações superiores anteriormente existentes. Posteriormente, ocorreu uma grande atividade colúvio-aluvional, cuja ação é evidenciada pelo truncamento dos solos desenvolvidos diretamente do diabásio. Finalmente, um processo mais acentuado de pedimentação provocou o recobrimento de antigas superfícies

EH = 1:9000
EV = 1:10000

FIGURA 3 - PERFIL GEOLÓGICO / GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA EM ESTUDO
COM AS SUPERFÍCIES FISIográficas.

por sedimentos arenosos, originando a formação Rio Claro (PENTEADO, 1969).

A partir da formação Rio Claro, teve início a primeira fase erosiva, caracterizada pela pediplanação em clima seco, durante o Pleistoceno Inferior, ocorrendo atualmente apenas testemunhos de seu estágio de evolução, formando a Superfície I (Figura 3). A segunda fase erosiva é a de peneplanação em clima úmido, que colocou a descoberto a "sill" de Diabásio, interruptor da formação Estrada Nova, permitindo a evolução deste material por ter sido este período muito longo, iniciando-se a formação de peneplanos no Pleistoceno Médio (Superfícies II e III, Figura 3). A terceira fase erosiva possui as mesmas características da segunda, só que bem mais curta (Superfícies V e VI, Figura 3). A coleção de materiais, nesta fase, é heterogênea evidenciando a ação colúvio-aluvional durante o Pleistoceno Superior ou limite do Pleistoceno-Holoceno. A quarta fase erosiva, que caracteriza o Holoceno recente, mostra o entalhamento, aplainamento da bacia e a deposição em climas quentes e úmidos, evidenciados pela deposição de sedimentos próximo ao rio Piracicaba (PENTEADO, 1969). Finalmente, no Holoceno atual, há evidência de uma quinta fase, erosiva, caracterizada pela existência de uma ravina que se desenvolve desde a cota de, aproximadamente, 540 metros e se termina no rio Piracicaba (Superfície IV).

3.4. Solos

Os solos estudados totalizam seis perfis, tendo sido descritos e amostrados segundo instruções do Manual de Método de Trabalho de Campo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1973). As descrições morfológicas encontram-se no Apêndice 1.

Para facilitar a discussão dos trabalhos, os perfis foram designados de P_1 a P_6 . A Figura 4 mostra, esquematicamente, a localização dos perfis. O P_1 está localizado na formação Rio Claro (Superfície I); os perfis P_2 , P_3 e P_4 , desenvolvidos de diabásio, correspondem às Superfícies II, III e IV, respectivamente; os perfis P_5 e P_6 , localizados em cotas mais inferiores (Superfícies V e VI), são desenvolvidos da mistura de material sedimentar argiloso com diabásio.

A classificação destes solos é a seguinte:

Perfil	Sistema Brasileiro	Sistema Americano
P ₁	Latossolo Vermelho Escuro, <u>h</u> orizonte A fraco, textura média, álico.	Haplorthox
P ₂	Terra Roxa Estruturada Latossólica, <u>h</u> orizonte A fraco, <u>ar</u> gila de atividade baixa, eutrófica.	Oxic Tropudalf
P ₃	Terra Roxa Estruturada, <u>h</u> orizonte A fraco, <u>ar</u> gila de atividade baixa, eutrófica.	Tropudalf
P ₄	Cambissolo, <u>h</u> orizonte A moderado, eutrófico, substrato Diabásio	Lithic Tropudalf
P ₅	Brunizem Avermelhado	Aquic Argiudoll
P ₆	Terra Roxa Estruturada, <u>h</u> orizonte A moderado, <u>moderadamente</u> drenada, eutrófica.	Aquic Tropudalf

FIGURA 4 - CORTE ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A POSIÇÃO DOS PERFIS NO RELEVO.

4. MÉTODOS

As amostras de solo coletadas foram, no laboratório, secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira nº 10 (2 mm de malha), a fim de se separarem as frações terra fina e cascalho. Tomou-se, para a realização dos estudos, a fração terra fina, tendo sido a fração cascalho colocada de lado. Os resultados das análises estão apresentados nos QUADROS 4 e 5 (Apêndice 2).

4.1. Granulometria

Utilizaram-se 20 g de TFSA, empregando-se solução de NaOH 0,1 N como agente dispersante. Procedeu-se à determinação da argila pela utilização do método do densímetro, da areia, por tamisamento e pesagem, e do silte, por diferença. A argila dispersa em água foi obtida pelo método da pipeta na ausência de agente dispersante (VETTORI, 1969).

4.2. Determinações Químicas

Foram obtidas de acordo com a metodologia proposta por VETTORI (1969) e os resultados se encontram no QUADRO 6 (Apêndice 2).

pH em H_2O e KCl: determinados potenciometricamente, na proporção solo-líquido de 1:2,5 e tempo de contato de trinta minutos.

Carbono orgânico: obtido por oxidação da matéria orgânica com bicromato de potássio 0,4 N, segundo o método de Tiurin, modificado por VETTORI (1969).

Cátions trocáveis: cálcio, magnésio e alumínio foram extraídos com solução KCl N, tendo sido os dois primeiros determinados pelo EDTA e o terceiro, por titulação com NaOH 0,05 N, utilizando-se o azul de bromotimol como indicador.

O potássio e o sódio foram extraídos com HCl 0,05 N e determinados por fotometria de chama.

O hidrogênio foi obtido descontando-se o valor de alumínio do total de Al + H extraídos com acetado de cálcio N, pH 7, e determinados por titulação com NaOH 0,1 N usando-se, como indicador, a fenolftaleína.

Ataque Sulfúrico : o SiO_2 foi determinado no resíduo resultante do ataque da amostra com ácido sulfúrico ($d = 1,47$) e, no filtrado, Fe_2O_3 , Al_2O_3 e TiO_2 . A Soma de Bases (S) foi obtida pela somatória dos valores de cálcio, magnésio, potássio e sódio trocáveis. Por outro lado, a capacidade de troca catiônica (CTC) foi calculada por meio da soma de S e $\text{Al} + \text{H}$. A saturação de bases (V) foi calculada por meio da fórmula : $S \times 100 / \text{CTC}$. A saturação com alumínio trocável (m), por sua vez, foi determinada pela fórmula: $100 \times \text{Al} / \text{Al} + \text{S}$.

Índice k_i : obtido pela relação molecular entre o SiO_2 e Al_2O_3 , determinados no ataque sulfúrico.

Índice k_r : calculado pela relação molecular entre o SiO_2 e $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, determinados no ataque sulfúrico.

4.3. Métodos Mineralógicos

a. Pré-tratamento das amostras e separação das frações granulométricas.

Foram tomadas 20g de TFSA das quais removeu-se os sais solúveis, cátions divalentes trocáveis, matéria orgânica e óxidos de manganês livres seguindo-se, para tanto, as recomendações de JACKSON (1969).

Sais solúveis e cátions divalentes trocáveis: a remoção foi obtida por meio de tratamento a quente com uma solução tampão de acetato de sódio, ajustada a pH 5,0 , durante 30 minutos

Matéria orgânica e óxidos de manganês livres: foram removidos com água oxigenada a 30%, em banho-maria.

Óxidos de ferro livres: a remoção foi feita utilizando-se citrato de sódio, ditonito de sódio, água destilada e agitação rápida por 12 horas, seguindo recomendações de HOLMGREN (1967). O tratamento foi repetido tantas vezes quantas necessárias para deixar a amostra clara ou acinzentada.

As amostras, isentas de sais solúveis, cátions divalentes trocáveis, matéria orgânica, óxidos de manganês e de ferro livres, e em suspensão, foram transferidas para provetas de 1.000 ml passando por um tamis de 0,053 mm de malha. A areia retida foi separada em cinco sub-frações (areia muito grossa , areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina) por meio de tamisamento por via seca, conforme proposição de JEFFRIES (1941). Na fração modal procedeu-se a separação dos minerais magnéticos com o auxílio de um ímã e, ainda, a separação dos minerais leves e pesados, segundo técnica recomendada por

WILDING *, que emprega bromofórmio ($d = 2,85$), vácuo, centrífuga e gelo seco. A fração argila foi separada do silte por meio de sifonações sucessivas, obedecendo a lei de Stokes (BAYER , 1966).

b. Montagem das Lâminas para Microscopia e Identificação.

Foram montadas lâminas permanentes de minerais leves e pesados utilizando-se "Likeside 70", para fins de identificação mineralógica, quali e quantitativamente, com o auxílio da microscopia de polarização. Para tanto, utilizou-se um microscópio E. Leitz, com aumentos de 34 x, 80 x e 360 x. Foram contados todos os grânulos de cada lâmina utilizando-se o aumento de 80 x; o aumento de 360 x somente foi utilizado para os testes de luz convergente.

Sempre que se fez necessário, foi utilizado, na caracterização das espécies minerais, o compensador de Berek, para determinação da elongação e birrefringência.

* WILDING, L.P - Apostila de aula, Curso PhD, Universidade de Ohio, USA.

c. Difração de Raios X.

Alíquotas de argila, submetidas ao tratamento anterior e em suspensão, foram saturadas com magnésio e potássio, (JACKSON, 1956) e orientadas preferencialmente em lâminas de vidro (THEISEN e HARWARD, 1962). As alíquotas tratadas com magnésio foram saturadas com etileno glicol, quando por ocasião da confecção das lâminas.

As lâminas foram levadas ao aparelho de raio X , equipado com tubo de cobre e filtro de níquel, e irradiadas no intervalo 3 a $31^{\circ} 2 \theta$. As amostras potássio saturadas foram aquecidas a 350° e 550°C e analisadas novamente nas mesmas condições.

As lâminas de silte foram preparadas tomando-se pequena alíquota desta fração, após moagem , umedecida com água destilada e espalhando-se com uma espátula na lâmina de vidro. Após secagem ao ar, procedeu-se a irradiação no intervalo de 3 a $60^{\circ} 2 \theta$.

A identificação dos minerais detectados por difração de raios-X foi feita de acordo com as instruções recomendadas por BROWN (1961) e WARSHAN e ROY (1963).

Para a identificação das formas cristalinas de

ferro presentes na fração argila, procederam-se tratamentos de amostras desta fração com água oxigenada para eliminação da matéria orgânica; com NaOH 5N para remoção da caulinita (NORRISH e TAYLOR, 1961) e com oxalato de amônio para dissolução do ferro na forma amorfa (McKEAGUE e DAY, 1966). Após estes tratamentos, as amostras foram montadas em lâminas e irradiadas no intervalo de 3 a $60^{\circ} 2 \theta$ em aparelho de raios-X equipado com tubo de ferro e filtro de manganês. A interpretação dos difratogramas foi efetuada segundo SCHWERTMANN e TAYLOR (1977).

d. Análise Micromorfológica

Para a análise micromorfológica foram coletadas amostras indeformadas dos horizontes dos solos, por ocasião da descrição morfológica. A impregnação foi efetuada com a técnica descrita por MENDES et alii (1973), com pequenas variações no que se refere ao cimento e à quantidade de catalizador. Assim, neste trabalho, não foi utilizado o cimento "Lakeside 70" para colagem da amostra polida na lâmina de vidro, mas sim, a cola "CASCOPOX" de secagem rápida, com ótimo resultado. MENDES et alii (1973), recomendam a utilização de oito gotas do catalizador (peróxido de metil-etil cetona) para 100 ml de resina (Poliester Polylyte 8001), entretanto, não foi obtido, nas amostras assim tratadas, bom resultado vez que, passados trinta dias, não ocorreu a polimerização. Deste modo, utilizou-se para cada 100 ml da combinação resina (70%) e diluente (30%; mo-

número de estireno) vinte gotas, equivalente a, aproximadamente, vinte e nove gotas por 100 ml de resina. O resultado mostrou-se excelente com a polimerização efetuando-se no intervalo de 10 dias (dois dias na estufa a 40°C).

4.4. Delimitação das superfícies fisiográficas

As superfícies fisiográficas foram separadas, inicialmente, utilizando-se o método de interpretação fotográfica e adotando-se critérios descritos por DANIELS et alii (1971). Após a delimitação das superfícies (Figuras 5 e 6) foi feita verificação de campo de seus limites e amostragens dos perfis dos solos, com o trado, às profundidades de 60-80 cm, exceto para a Superfície IV na sua porção superior, denominada ravina-ombro (Ravina-O), cuja profundidade foi de 20-40 cm.

Os resultados das análises das amostras coletadas com o trado nas superfícies fisiográficas encontram-se nos QUADROS 7 a 14, Apêndice 3. Para cada superfície foram efetuadas coletas em número de seis, ao acaso, exceção para a Superfície IV (Ravina) cuja amostragem foi feita em número de doze, seis para a ravina-ombro e seis para a parte baixa da ravina (Ravina-B).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Geomorfologia e Superfícies Fisiográficas

As fotografias aéreas (Figuras 5 e 6) mostram a área de estudo - como um rebordo de planalto e vale margeando o rio Piracicaba, que compreende uma sucessão de vestígios de pedimentos e de terraços -que compõem as diferentes superfícies fisiográficas identificadas.

Esta área compreende três partes distintas : a primeira, mais alta, constituída por parte de um pequeno planalto, que se continua para a parte intermediária, a segunda, um plano suavemente inclinado, limitado por bordos íngremes que o ligam à terceira parte, a mais baixa da área, constituída por vestígios de pedimentos cortados por uma ravina, de declividade suave em direção ao rio Piracicaba. Seis superfícies fisiográficas foram identificadas e mapeadas, cuja distribuição está re -

presentada nas Figuras 3, 5 e 6 e posicionamento esquemático no relevo na Figura 4. A superfície I, quase um plano, localiza-se a uma altitude de 650 metros aproximadamente, é deposicional e ocupa o topo da Formação Rio Claro. As superfícies II e III, com declive suave, são erosionais e assentadas em material intemperizado de diabásio, localizando-se a uma altitude entre 630 a 540 metros. A superfície IV, erosional, constitui-se de duas partes distintas: a superior, - que se inicia na superfície II, denominada "ombro", com declive abrupto - e a inferior, denominada "parte baixa", com altitude de 450 m, suavemente inclinada em direção ao leito do rio Piracicaba. As superfícies V e VI, com altitudes de 480 e 450 metros, respectivamente, são deposicionais, encontrando-se assentadas em materiais da formação Estrada Nova e material intemperizado de diabásio, ambas com relevo e declividade suaves.

Pelo princípio da superposição, usado para estabelecer a idade das superfícies fisiográficas (DANIELS et alii, 1971), e provado não haver controle estratigráfico nem falhamento recente, a superfície I revela-se a mais antiga das superfícies identificadas e mapeadas, porque, em vales de rio, provado não ter havido movimentação por falhamento, as superfícies deposicionais mais altas são as mais antigas, e as inferiores, as mais novas. A superfície II é mais jovem que a I, pois a secciona, sendo mais antiga que a III porque esta a interrompe (RUHE, 1969). A superfície III, por sua vez, é mais antiga que a V

FIGURA 5 - FOTOGRAFIA AÉREA MOSTRANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS SUPERFÍCIES FISIográfICAS E POSIÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS

FIGURA 6 - FOTOGRAFIA AÉREA MOSTRANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS SUPERFÍCIES FISIOGRAFICAS E POSIÇÃO DOS
PERFIS DE SOLOS

porque uma superfície erosional é mais antiga que depósitos de vale relacionados a aluvionamento. Por outro lado, a superfície V é mais antiga que a VI porque encontra-se em nível topograficamente superior e esta é mais jovem que a I por ser deposicional, posicionada na parte mais baixa do vale do rio Piracicaba. A superfície IV é a mais jovem de todas as estudadas, pois as secciona, exceto a I e II, mas se encontra, em relação a estas, em posição topográfica inferior. Portanto, a sequência da idade relativa das superfícies fisiográficas da área em estudo, da mais antiga para a mais jovem, é a seguinte:

superfície I —————> superfície II —————> superfície
 III —————> superfície V —————> superfície VI —————> su
 perfície IV.

As Figuras 7 a 13 mostram as relações entre algumas propriedades dos solos e a idade relativa das superfícies fisiográficas. Preferiu-se, neste trabalho, a utilização de gráficos em barra, conforme o recomendado por LEPSCH (1975). Os resultados de análises físicas e químicas das amostras coletadas com o trado nas superfícies estão nos QUADROS 7 a 14 (Apêndice 3).

A saturação de bases diminui com o aumento da idade das superfícies (Figura 7), porém, entre as três superfícies mais jovens, observa-se uma tendência de decréscimo no sentido da superfície IV, que é, a mais jovem da topossequên -

SUPERFÍCIES FISIOGRAFICAS

AUMENTO DE IDADE . ➔

FIGURA 7 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DA SATURAÇÃO DE BASES DO HORIZONTE B.

cia. Tal fato pode ser explicado por esta superfície, erosional, seccionar mais de uma classe de sedimento, isto é, em sua parte superior, no limite com as superfícies I e II, o material de origem dos solos é idêntico ao destas superfícies. A soma de bases, o teor de cálcio, a saturação de bases e a capacidade de troca catiônica aumentam no sentido das superfícies mais jovens (Figura 8, 9 e 10), porém, entre estas, observa-se que os mais altos valores são encontrados na superfície V, provavelmente pela drenagem restrita dos solos neste local, fato que impede a movimentação lateral de água enriquecida com bases.

De modo análogo é o comportamento da percentagem de silte e da razão silte/argila (Figuras 11 e 12), que aumentam no sentido das superfícies mais jovens.

Por outro lado, o alumínio apresenta um comportamento diferente, ou seja, aumenta com a idade das superfícies (Figura 13).

5.2. Análise química pelo ataque sulfúrico

Os resultados da análise química pelo ataque sulfúrico, as relações k_i , k_r e Al_2O_3/TiO_2 encontram-se no QUADRO 2.

Os teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2 encontram-se, com exceção do Perfil P_1 , dentro da variação normalmente ob

FIGURA 8 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DA SOMA DE BASES DO HORIZONTE B.

FIGURA 9 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DO TEOR DE CÁLCIO DO HORIZONTE B.

FIGURA 10 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DA CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC) DO HORIZONTE B.

FIGURA 11 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DO TEOR DE SILTE DO HORIZONTE B.

FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO SILTE/ARGILA DO HORIZONTE B.

FIGURA 13 - RELAÇÃO ENTRE A IDADE DAS SUPERFÍCIES E OS RESPECTIVOS VALORES MÉDIOS DO TEOR DE ALUMÍNIO TROCÁVEL DO HORIZONTE B.

tida para solos desenvolvidos de eruptivas básicas (VERDADE , 1961).

Os resultados revelam tendência ao decréscimo de sílica e um aumento no alumínio no sentido dos solos situados nas superfícies mais estáveis, Tal comportamento conforma-se ao observado na Figura 13 e à mineralogia da fração argila (Figuras 20 a 33), que acusa um decréscimo de minerais de estrutura 2:1 e um incremento de caulinita e de gibbsita no mesmo sentido. Esta situação traduz, portanto, uma dessilicatização crescente à medida que a alteração dos solos progride. De forma idêntica, a relação k_i (QUADRO 2) também decresce no mesmo sentido, confirmando os diferentes estádios de evolução em que se encontram os solos na toposseqüência estudada.

A relação Al_2O_3/TiO_2 indica uma translocação e a cúmulo de alumínio no horizonte B dos solos que apresentam concentração de argila na subsuperfície (Perfis P_3 , P_4 , P_5 e P_6) , confirmando, portanto, a ocorrência de transporte de colóides em profundidade.

A relação k_r segue a mesma tendência da relação SiO_2/Al_2O_3 , ou seja, aumenta das superfícies mais antigas para as mais jovens.

Com relação ao TiO_2 e Fe_2O_3 , pode-se notar a va-

QUADRO 2 - Resultados obtidos pela análise do ataque sulfúrico da TFSA, relações ki, kr e Al_2O_3/TiO_2 .

Prof. (cm)	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ %		$\frac{Fe_2O_3}{TiO_2}$	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$		$\frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{TiO_2}$
				(kl)		(kr)	
PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO - Textura média, álico							
20 - 50	9,7	8,5	3,1	1,3	1,9	1,6	6,5
50 - 100	9,7	8,0	3,0	1,2	2,0	1,7	6,5
400 - 450	11,4	9,3	3,2	1,5	2,1	1,7	6,5
600 - 630	8,9	7,6	2,8	1,3	2,0	1,6	5,9
740 - 850	12,1	9,3	2,7	1,3	2,3	1,8	7,2
PERFIL 2 - TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA, eutrófica							
107 - 187	21,6	16,6	18,1	4,3	2,2	1,3	3,8
187 - 197	26,1	16,7	19,9	4,4	2,6	1,5	3,8
585 - 635	27,6	17,8	24,4	5,2	2,6	1,4	3,4

QUADRO 2 - continuação

Prof. (cm)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \%$		$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{TiO}_2}$		$\frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{AL}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$ (kl) (kr)		$\frac{\text{SiO}_2/\text{TiO}_2}{\text{AL}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2}$	
PERFIL 3 - TERRA ROXA ESTRURURADA, eutrófica								
15 - 50	24,9	15,7	23,6	5,8	2,7	1,4		2,7
50 - 95	27,6	17,4	23,9	5,3	2,7	1,4		3,3
320 - 340	30,3	17,4	24,1	4,6	3,0	1,6		3,8
340 - 365	26,1	12,7	18,7	3,6	3,5	1,8		3,5
PERFIL 5 - BRUNIZEM AVERMELHADO								
18 - 45	22,1	11,4	23,7	6,8	3,3	1,4		1,7
45 - 70	32,1	16,1	18,3	4,8	3,4	1,7		3,4
265 - 350	36,7	10,2	21,2	3,9	6,1	2,6		2,6
400 - 450	26,8	7,6	17,7	3,7	6,0	2,4		2,1

- continua -

QUADRO 2 - continuação

Prof. (cm)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \%$		$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{TiO}_2}$		$\frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$		$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2}{(\text{ki}) (\text{kr})}$	

PERFIL 6 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, moderadamente drenada, eutrófica

10 - 40	20,1	11,4	22,7	6,7	3,0	1,3	1,7
40 - 100	27,3	11,4	22,1	5,1	4,1	1,8	2,3
100 - 150	33,8	21,6	20,8	3,8	2,7	1,6	5,7
150 - 200	35,5	15,3	19,6	3,7	4,0	2,2	4,1

riação do material de origem do Perfil P₁, comparado com os solos desenvolvidos de diabásio. No Latossolo Vermelho Escuro, os teores destes óxidos apresentam-se significativamente mais baixos que nos demais solos.

5.3. Mineralogia da fração areia

Os resultados referentes a identificação, na moda, dos minerais magnéticos e não magnéticos das frações leve e pesada, a determinação e frequência dos espécimes minerais da areia dos solos estudados encontram-se no QUADRO 3.

Observa-se, em todos os perfis, o predomínio da fração leve, com mineralogia simples, constituída somente pelo quartzo. Os grãos de quartzo, à luz da microscopia, mostram-se subarredondados, fato que sugere a existência de pequeno transporte deste material.

Dentre os minerais pesados (QUADRO 3), verifica-se em todos os perfis, predominância dos não magnéticos e, dentre estes, dos opacos. A mineralogia da fração pesada, à semelhança da mineralogia da fração leve, também é simples. Além dos magnéticos e opacos, foram observados apenas dois espécimes minerais: zirconita e turmalina, de distribuição não contínua na topossequência e em profundidade. Nos Perfis P₁, P₂ e P₃, estes minerais foram detectados a grandes profundidades, e, nos de -

QUADRO 3 - Resultados das frações leve e pesada (fração modal), dos minerais magnéticos e não magnéticos, determinação e frequência dos espécimes minerais dos solos estudados.

Fração Leve										Fração Pesada										
Prof.	Total		Quartzo		Total	Minerais		Minerais Não Magnéticos		(cm)	Total		Magnéticos		Opacos		Zircônia		Turmalina	
	%	nº	%	nº		%	nº	%	nº		%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº
PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO, textura média, álico																				
0 - 20	97,2	1138	100		2,8		16,9			83,1	1094	95,5		34		3,0	18	1,5		
20 - 50	96,6	1076	100		3,4		30,5			69,5	1719	93,0		91		4,9	39	2,1		
100 - 150	96,6	1791	100		3,4		13,8			86,2	1053	91,3		77		6,7	23	2,0		
550 - 600	96,5	1279	100		3,5		15,3			84,7	1561	92,3		94		5,6	36	2,1		
PERFIL 2 - TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA																				
0 - 10	77,7	1243	100		22,3		32,9			67,1	1234	98,7		13		1,0	3	0,3		
10 - 37	76,7	1024	100		23,3		43,4			56,6	1376	98,7		11		0,8	7	0,5		
37 - 107	77,3	1632	100		22,7		19,4			80,6	1701	98,0		24		1,4	11	0,6		
197 - 287	81,8	2013	100		18,2		29,7			70,3	966	98,7		10		1,0	3	0,3		
287 - 385	81,7	1841	100		18,3		24,2			75,8	1720	98,6		16		0,9	9	0,5		
385 - 435	64,8	1910	100		35,2		47,6			52,4	2691	99,4		14		0,5	3	0,1		
485 - 585	44,1	2068	100		55,9		46,2			53,8	2261	99,6		3		0,1	6	0,3		
700 - 785	66,0	1994	100		40,0		51,9			48,1	1986	99,8		2		0,1	1	0,1		
PERFIL 3 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, eutrófica																				
0 - 15	57,2	2131	100		42,8		39,9			60,1	1842	99,6		6		0,3	2	0,1		
15 - 50	54,2	2320	100		45,8		31,9			68,1	2720	99,5		10		0,4	4	0,1		
95 - 145	48,3	2005	100		51,7		57,5			42,5	2369	99,7		4		0,2	2	0,1		
250 - 320	67,5	1610	100		32,5		49,9			50,1	2285	99,8		1		0,1	1	0,1		
240 - 365	89,6	1855	100		10,4		43,6			56,4	2348	99,8		2		0,1	1	0,1		

nº : total de minerais por lâmina

- continua -

QUADRO 3 - continuação

Fração Leve				Fração Pesada													
Prof.	Total		Quartzo	Total	Minerais		Minerais Não Magnéticos										
	%	nº			%	nº	Magnéticos		Total		Opacos		Zircônia		Turmalina		
(cm)	%	nº	%	%	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
PERFIL 4 - CAMBISÓLO DE DIABÁSIO, eutrófico																	
0 - 19	60,0	1432	100	40,0	50,1	49,9	1594	99,5	6	0,4	2	0,1					
19 - 52	62,1	1026	100	37,9	48,8	51,2	1406	99,8	1	0,1	1	0,1					
52 +	72,8	1757	100	21,8	31,1	68,9	1465	100,0	0	0,0	0	0,0					
PERFIL 5 - BRUNIZEM AVERMELHADO																	
0 - 18	63,4	1938	100	36,6	21,3	78,7	1792	99,8	1	0,1	1	0,1					
45 - 70	63,2	1063	100	36,8	17,1	82,9	1963	99,8	2	0,1	2	0,1					
100 - 150	63,3	2010	100	36,7	80,5	19,5	1185	100,0	0	0,0	0	0,0					
265 - 350	79,9	1367	100	20,1	48,0	52,0	1464	100,0	0	0,0	0	0,0					
400 - 450	84,0	1679	100	16,0	35,7	64,3	1218	100,0	0	0,0	0	0,0					
PERFIL 6 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, moderadamente drenada, eutrófica																	
0 - 10	60,1	1217	100	39,9	36,2	63,8	1668	99,7	4	0,2	1	0,1					
40 - 100	61,6	1093	100	38,4	32,0	68,0	1214	99,6	4	0,3	1	0,1					
150 - 200	61,0	1531	100	39,0	67,7	32,3	1371	100,0	0	0,0	0	0,0					
250 - 285	75,8	1429	100	24,2	39,7	60,3	1775	100,0	0	0,0	0	0,0					

nº : Total de minerais por lâmina.

mais perfis, constatados somente até a profundidade de cerca de 100 cm. Com exceção do Perfil P_1 , nota-se, em todos os demais perfis, uma tendência à diminuição destes minerais de acordo com a profundidade. Por outro lado, observa-se um decréscimo nos teores destes minerais no sentido do Perfil P_1 para P_6 .

Verifica-se, ainda, que nos Perfis P_2 , P_3 e P_4 , cujo material rochoso de base é o Diabásio (Figura 4), é bastante elevada a percentagem de minerais leves em relação à de pesados, o que contraria estudos de MELFI et alii (1966) que trabalhando em área onde ocorre um "sill" de diabásio mesozóico, concluíram que em solos derivados de rochas básicas, a quantidade de minerais leves mostra equilíbrio com a de pesados.

A mineralogia simples dos solos (Perfis P_1 , P_2 e P_3) situados em posições mais elevadas desta topossequência (superfícies mais antigas) e a presença constante e elevada de minerais opacos sugerem o alto intemperismo destes solos (BLEEKER, 1972).

5.4. Mineralogia da fração silte

A análise por difração de raios-X do silte (Figuras 14 a 19) possibilitou constatar a presença do mineral quartzo em todas as amostras examinadas, bem como da caulinita, exceto no Perfil P_1 (Figura 14).

- DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM $\text{\AA}$ -

FIGURA 14 - DIFRATOGRAMA DE RAIOS - X DA FRAÇÃO SILTE DO HORIZONTE A_p DO PERFIL P_1 .

Os plagioclásios ocorrem apenas nos solos menos evoluídos (Perfis P_4 , P_5 e P_6), caracterizados pelos picos de 4,0 , 3,9 , 3,2 , 2,9 , e 2,5 Å (Figuras 17, 18 e 19). A mica foi observada apenas no Perfil P_5 , a uma profundidade de 400 - 450 cm, através dos picos de 10,0 e 5,0 Å . Neste mesmo perfil, e a esta mesma profundidade, constatou-se a presença de minerais interestratificados (Figura 18).

Nos solos localizados nas superfícies mais antigas, identificou-se, apenas, quartzo e caulinita (Figuras 14 , 15 e 16), o que evidencia um maior grau de intemperização da fração silte no sentido dos solos mais evoluídos e situados nas superfícies mais estáveis.

Os plagioclásios, considerados pouco resistentes a alterações, foram encontrados somente nos solos das superfícies instáveis, o que demonstra, aparentemente, um menor tempo de atuação do intemperismo.

5.5. Mineralogia da fração argila

Da Figura 20 à 33, estão apresentados os difratogramas da fração argila de horizontes selecionados.

O exame dos difratogramas dos Perfis P_1 , P_2 e P_3 (Figuras 20 a 26) revela ser a caulinita o mineral de argila

- DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM Å -

GRAUS 2 θ

FIGURA 15 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO SILTE DOS HORIZONTES Bsq₁, IBt₅, E IIC₄ DO PERFIL P₂.

- DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM Å -

FIGURA 16 - DIFRATOGRAMA DE RAIOS - X DA FRAÇÃO SILTE DO HORIZONTE II Bt₃ DO PERFIL P₃.

-DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM Å -

FIGURA 17 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO SILTE DOS HORIZONTES A_p E C DO PERFIL P_4 .

- DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM Å -

FIGURA 18 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO SILTE DOS HORIZONTES A_p E C_{4g} DO PERFIL P5.

- DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM Å -

FIGURA 19 - DIFRATOGRAMA DE RAIOS - X DA FRAÇÃO SILTIE DO HORIZONTE IIc_{1g} DO PERFIL P₉

dominante (picos de 7,2 e 3,5 Å), ocorrendo também vermiculita/cloritizada - caracterizada pelo pico de 4,8 Å - que, submetida ao aquecimento de 550°C, retraiu para espaçamentos em torno de 10,0 Å.

O mineral gibbsita foi observado em todos os perfis e caracterizado pelo espaçamento de 4,8 Å, eliminado com o aquecimento a 350°C.

Os difratogramas dos Perfis P₄, P₅ e P₆ (Figuras 27 a 33) , além de apresentarem a caulinita, mostram minerais de grade 2:1, principalmente montmorilonita, caracterizada pelo espaçamento de 18,0 Å nas amostras glicoladas. Nestes perfis, constatou-se, também a presença de mica nos espaçamentos de 10,0 e 5,0 Å.

Na fração argila, isenta de caulinita, de horizontes selecionados, foram identificadas as formas cristalinas de ferro, por meio de difração de raios-X (Figura 34).

Constatou-se, pela análise dos difratogramas de raios-X (Figura 34), a presença do mineral hematita em todos os perfis, identificados pelos espaçamentos de 3,68 , 2,7 e 2,52 Å.

O mineral magnetita, identificado pelo pico ca-

FIGURA 20 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE A_p DO PERFIL P_1 .

FIGURA 21 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE Bsq2 DO PERFIL P₁.

FIGURA 22 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE Bt_1 DO PERFIL P_2

FIGURA 23 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X DA FRAÇÃO ARGILA DE-FERRIFICADA DO HORIZONTE IIB₅ DO PERFIL P₂.

FIGURA 24 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE IC₄ DO PERFIL P₂.

FIGURA 25 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE IIB_{t3} DO PERFIL P₃.

FIGURA 26 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE IC_4 DO PERFIL P_3 .

FIGURA 27 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE A_p DO PERFIL P_4 .

FIGURA 28 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE C DO PERFIL P_4

FIGURA 29 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE A_p DO PERFIL P_5 .

FIGURA 30 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE B_{49}^t DO PERFIL P_5

FIGURA 31 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS -X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE C_{4g} DO PERFIL P_5 .

FIGURA 32 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE II Bt_{3g} DO PERFIL P₆

FIGURA 33 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X DA FRAÇÃO ARGILA DEFERRIFICADA DO HORIZONTE IC_{3g} DO PERFIL P₆.

racterístico de $3,0 \text{ \AA}$, está presente apenas nos Perfis P_1 , P_2 e P_3 , sendo no Perfil P_1 um pico tênue, de pequena intensidade.

5.6. Micromorfologia

Examinaram-se secções delgadas de horizontes selecionados, enfatizando-se, nos horizontes B, os seguintes aspectos: classificação do fundo matricial, estrutura de base, vazios e feições pedológicas. Tais características foram classificadas de acordo com BREWER (1964). A descrição resumida de todas as lâminas examinadas encontra-se no Apêndice 4.

O fundo matricial dos Perfis P_5 e P_6 (solos com argila de atividade alta e drenagem impedida) caracteriza-se por uma estrutura ligeiramente insépica, possuindo áreas com concentração vosépica. A grande quantidade de material orgânico, isotico, principalmente no Perfil P_5 , tende a escurecer sensivelmente a estrutura plásmica.

A estrutura do fundo matricial dos Perfis P_3 e P_4 mostra-se sensivelmente insépica, com um grande domínio assépico e um plasma fracamente orientado.

Por outro lado, no Perfil P_2 , Terra Roxa Latos sólida, apesar de haver também um fundo matricial insépico, existem muitas áreas vo-mosépicas.

- DISTÂNCIA INTERPLANAR d EM Å -

FIGURA 34 - DIFRATOGRAMAS DE RAÍOS-X DA FRAÇÃO ARGILA, ISENTA DE CAULINITA, DOS PERFIS P₁ A P₆.

Finalmente, o Latossolo Vermelho Escuro (Perfil P_1) possui uma estrutura plásmica predominantemente undúlica. A estrutura de base para a maioria dos solos estudados é porfirosquélica, isto é, o esqueleto encontra-se distribuído dentro da massa plasmática sem ligação com concentrações plásmicas.

Nos Perfis P_5 e P_6 , os vazios são normalmente orto; as fissuras, entretanto, demonstram a ocorrência de tensões, possivelmente relacionadas com a presença de minerais de argila expansivos. Tal ocorrência tende a desaparecer nos demais solos. Os vazios são, de maneira geral, de empacotamento simples, mesmo para os Perfis P_3 e P_4 . Para os Perfis P_1 e P_2 , entretanto, existe uma tendência de os vazios serem macrovazios de empacotamento composto.

Nestes dois últimos perfis, e mesmo no Perfil P_3 , ocorrem os meta "skew planes" em grande quantidade. Nos Perfis P_2 e P_3 , as fissuras também são classificadas como orto, da mesma forma que nos Perfis P_5 e P_6 , porém sem material orientado em suas paredes.

Com relação às feições pedológicas, existe também uma diferenciação entre os grupos de solos constituintes desta topossequência. Nos Perfis P_5 e P_6 , a presença de cutans iluviais (argilans) é pequena, estando associada aos vazios, porém de uma maneira descontínua, pois não preenchem totalmente as pa

redes dos canais. Tudo leva a crer que este tipo de material é da mesma natureza do fundo matricial, estando, aparentemente, a destacar-se deste, provavelmente por ação das forças de contração e expansão comuns nestes dois solos. A presença de cerosidade abundante, constatada por meio do exame morfológico do perfil (Apêndice 1), não corresponde ao observado nas lâminas, onde se evidenciou pequena quantidade de cutans iluviais. Provavelmente o que foi descrito como cerosidade abundante, seja apenas superfícies de pressão muito evidenciadas nas lâminas.

O esqueleto está representado por grânulos de quartzo, de formato irregular, minerais opacos (principalmente para os Perfis P_1 , P_2 e P_3) e por minerais primários intemperizados.

A presença de "pápulas", principalmente nos Perfis P_5 e P_6 , foi atribuída ao intemperismo "in situ" de minerais primários (BREWER, 1972).

O Perfil P_3 possui feições pedológicas transicionais para o Perfil P_2 (Terra Roxa Estruturada Latossólica). Difere deste, no entanto, quanto à presença de grande quantidade de cutans iluviais associados às paredes dos canais. O esqueleto constitui-se, essencialmente, de grânulos de quartzo, minerais opacos e minerais resistentes ao intemperismo.

O Perfil P_2 apresenta feições pedológicas distintas das dos demais solos desenvolvidos do diabásio. Os cutans iluviais, em pequena quantidade, estão presentes apenas nos horizontes argílicos, sendo mais freqüente a presença de cutans de difusão. Os componentes do esqueleto assemelham-se aos dos Perfis P_3 e P_4 .

De uma maneira geral, pode-se notar uma variação dos constituintes micromorfológicos no sentido dos perfis localizados nas superfícies mais jovens para as mais antigas. Assim é que a presença de "escamações", motivada por expansão e contração, foi detectada somente nos Perfis P_5 e P_6 . A quantidade de cutans iluviais é pequena nestes perfis, aumentando nos Perfis P_3 e P_4 , decrescendo no P_2 e ausente no P_1 . O esqueleto varia sensivelmente entre tais solos, sendo constante, nos Perfis P_5 e P_6 , a presença de minerais primários intemperizados. Estes minerais diminuem ou estão ausentes nas superfícies mais antigas. Os vazios são, de um modo geral, do tipo empacotamento simples nos Perfis P_5 e P_6 , tendendo para macrovazios de empacotamento nos Perfis P_2 e P_3 . A estrutura plásmica nos perfis mais recentes é essencialmente insépica com áreas vosépicas. Nos Perfis P_3 e P_4 esta estrutura é assépica, fracamente insépica, passando para undúlica nos Perfis P_1 e P_2 . Estes resultados da evolução plasmática acompanham as tendências observadas por ESWARAN (1972).

5.7. Processos de gênese dos solos

A área de estudo apresenta condições climáticas atuais favoráveis a um intemperismo relativamente intenso, haja vista as precipitações em torno de 1.300 mm/ano e temperatura na faixa de 20 - 28°C, com média anual de 22°C. Os solos da topossequência estudada podem ser colocados em dois grupos distintos, a saber :

grupo a - solos em declives suaves com drenagem interna boa a acentuada, localizados nas superfícies mais antigas. Os solos, neste caso, são os representados pelos Perfis P_1 , P_2 e P_3 ;

grupo b - solos em declives suaves com drenagem interna mais restrita (Perfis P_5 e P_6) e solo localizado em posição de declive acentuado (Perfil P_4). A taxa de lixiviação destes solos, neste caso, é menor que a dos solos localizados no grupo a.

O Perfil P_1 , representado pelo Latossolo Vermelho Escuro, de textura média e localizado na posição mais elevada da topossequência (Figura 4), possui, como mineral de argila mais representativo, a caulinita seguido da gibbsita. Apesar

de serem os processos de intemperismo mais atuantes na superfície, os teores de caulinita tendem a diminuir em profundidade, enquanto os de gibbsita aumentam no mesmo sentido. Tais resultados devem-se, possivelmente, a um enriquecimento superficial de sílica por deposição.

Para van SCHUYLENBORGH (1971), tal enriquecimento se relaciona à decomposição de restos orgânicos, ricos em sílica, posição que vai ao encontro da de WILSON (1969), segundo o qual a cristalização do gel amorfo de alumínio é inibida por processos orgânicos e sílica biogênica, nos horizontes superficiais.

A elevada percentagem de caulinita encontrada neste solo deve estar relacionada à herança do próprio material de origem, possivelmente Formação Rio Claro, como foi salientado por DEMATTE (1975) e LEPSCH (1973). A gibbsita deve ter sido formada por dessilicatização da caulinita.

O solo, como um todo, apresenta um perfil bastante lixiviado, já com características latossólicas, em vista dos baixos valores de Δ pH, tendendo inclusive para zero (QUADRO 6, Apêndice 2), o que vem a demonstrar o elevado intemperismo deste solo. Apesar de haver um ligeiro incremento no teor de argila em profundidade, passando de 19% na superfície para 29% na subsuperfície (QUADROS 4 e 5, Apêndice 2), não se constatou a

presença de cutans iluvial nos horizontes de subsuperfície. Sendo assim, embora haja um gradiente textural suficiente para a definição de um horizonte argílico, este não ocorre em tal solo. Por outro lado, as análises micromorfológicas (Apêndice 4) mostram a presença de "pápulas" e cutans de difusão, constituintes estes não associados a iluviação. Apesar de o sedimento apresentar-se aparentemente, arenoso e homogêneo, a distribuição de argila com a profundidade não indica tal fato (QUADROS 4 e 5, Apêndice 2). A relação areia fina/areia grossa (QUADRO 5, Apêndice 2), em profundidade, demonstra ser heterogêneo o material de origem. Conseqüentemente, a variação textural encontrada na superfície pode ser atribuída mais à heterogeneidade de tal material que propriamente a processos pedogenéticos.

O principal processo genético envolvido neste solo parece ser a dessilicatização associado à intensa lixiviação propiciada pela própria natureza plana da superfície. Resultados de apoio a esta afirmativa, além dos mineralógicos, são encontrados na relação silte/argila, teor de silte, na saturação de bases e no teor de cálcio (QUADROS 5 e 6, Apêndice 2), que cresce dos perfis localizados nas superfícies mais antigas para as mais jovens (Figuras 7, 9, 11 e 12).

Os Perfis P_2 , P_3 e P_4 , localizados, respectivamente, nas Superfícies II, III e IV, originam-se, provavelmente, do diabásio ou de considerável contribuição deste.

O Perfil P_2 apresenta, nas camadas mais profundas, uma linha de pedras e de agregados, o que indica heterogeneidade do material de origem, apesar de os dados de k_i (QUADRO 2) não indicarem tal descontinuidade. Entretanto, os dados granulométricos, principalmente as relações de areia (QUADRO 5; Apêndice 2) e os dados morfológicos (Apêndice 1), indicam tais observações.

O teor de caulinita decresce sensivelmente do Perfil P_2 para P_6 , ao mesmo tempo em que aumenta consideravelmente o teor de minerais 2:1 (Figuras 22 a 33). A presença destes minerais em tais solos se deve à alteração dos minerais presentes no material de origem, tais como plagioclásios cálcicos e piroxênios (MELFI e LEVI, 1971; SCHNEIDER, 1970). A caulinita, mais especificamente, pode também ser formada pela transformação da montmorilonita, pois, segundo MELFI e LEVI (1971), este último mineral apresenta-se instável nas condições ligeiramente ácidas e de boa drenagem, condições estas que ocorrem nestes solos. Os difratogramas (Figuras 22 a 33) permitem notar a tendência de os picos característicos da caulinita apresentarem-se mais intensos e definidos no sentido dos horizontes superficiais.

Tal comportamento sugere elevação dos teores de caulinita no mesmo sentido, possivelmente em decorrência de alteração da montmorilonita, devido à maior intensidade do intem-

perismo nas porções superiores do solo. A presença da vermiculita (Figuras 20 a 26) pode ser interpretada como resultado da mica (MONIZ e JACKSON, 1967). O baixo teor deste mineral é uma indicação, mesmo em solos jovens derivados de diabásio, de uma fase intermediária da caulinita, quantitativamente de pequena expressão. Os teores de mica em tais solos são baixos, devido talvez à pequena quantidade de K_2O presente nestas rochas (MONIZ e JACKSON, 1967).

A vermiculita/cloritizada foi constatada pelo pico no espaçamento em torno de $14,0 \text{ \AA}$, pois a amostra, ao ser submetida a aquecimento, originou uma banda na região de $10,0$ e $14,0 \text{ \AA}$ (Figuras 25 a 33). A formação deste mineral é explicada pela intercalação de hidróxidos de alumínio entre as camadas de vermiculita, proporcionando grande estabilidade frente ao intemperismo (JACKSON, 1964).

De acordo com os difratogramas obtidos dos solos localizados nas Superfícies I a VI (Figuras 20 a 33) pode-se notar que, da Superfície I para VI, o teor de gibbsita diminui, aumentando o de caulinita, e aparecendo, também, em maior quantidade, os minerais de grade 2:1, refletindo, neste caso, uma evolução do intemperismo, sendo o solo da Superfície I o mais antigo e o da Superfície IV, o mais recente. Tal resultado pode ser observado, também, através da verificação dos valores médios da relação silte/argila, percentagem de silte (QUADROS 4 e 5,

Apêndice 2), saturação de bases, soma de bases e teor de cálcio (QUADRO 6, Apêndice 2) que aumentam justamente nesta seqüência, ou seja, do Perfil P_1 para o P_4 ($P_1 \longrightarrow P_2 \longrightarrow P_3 \longrightarrow P_5 \longrightarrow P_6 \longrightarrow P_4$).

Além da dessilicatização, principal processo de alteração dos minerais de argila destes solos, há que se considerar outros processos pedogenéticos envolvidos na formação dos Perfis P_2 , P_3 e P_4 .

O Perfil P_2 , como observado anteriormente, é constituído por material de origem heterogêneo. A descrição morfológica (Apêndice 1) constatou, além das camadas de seixos e de agregados, localizados além dos 150 cm, uma alternância de horizontes argílico sobre óxico. Atualmente, encontramos na literatura, quanto a solos desenvolvidos de eruptivas básicas, ou outros materiais, referências à presença de horizontes argílico sobre óxico, mais comum nas condições do Estado de São Paulo (CARVALHO, 1970), ou óxico sobre argílico, pouco comum (TIÉ-BI-YOUM et alii, 1983). Diversas são as explicações para o primeiro caso, parecendo, porém, que a idéia do fluxo lateral de água (MONIZ e BUOL, 1982) se aplica perfeitamente. Já para o segundo caso, TIÉ-BI-YOUM et alii (1983) sugerem que, devido ao fato de ser a textura mais grosseira na superfície do solo, a lixiviação é mais intensa, conduzindo o material para condições oxidicas, enquanto na subsuperfície, por ser a textura mais fina, o

movimento lateral de água é mais lento, conduzindo o solo à formação do horizonte argílico. O caso atual do Perfil P_2 é completamente distinto dos vistos na literatura. A ocorrência de cutans iluvial (argilans) foi constatada no horizonte Bt_1 e Bt_2 , apesar de o gradiente textural não ser suficiente para o B textural. Devidos cuidados foram tomados para se evitar confusão decorrente do reconhecimento dos argilans, pois é comum, nestes tipos de solos, o aparecimento, advindo da segregação do ferro, de superfícies brilhantes e bem orientadas de argila, dando a impressão de tratar-se de argilans. Pelas variações de ocorrência de horizontes argílicos alternados com óxicos neste perfil, tudo leva a crer, entretanto, tratar-se de material com camadas alternadas de constituições diferentes.

Por outro lado, os Perfis P_3 e P_4 parecem, verticalmente, mais homogêneos em termos de material de origem. Tanto os dados químicos (QUADRO 6, Apêndice 2), quanto os granulométricos (QUADROS 4 e 5, Apêndice 2) e morfológicos (Apêndice 1), indicam tal homogeneidade em profundidade, haja vista os valores de saturação de bases, Δ pH, teores de bases, etc (QUADRO 6, Apêndice 2). Além dos processos de dessilicatização e lixiviação anteriormente salientados, os Perfis P_3 e P_4 sofreram influência, também, de processos de lessivagem (BUOL et alii, 1973, ou seja, de formação de horizonte argílico.

Os perfis localizados nas Superfícies V e VI pos

suem condições fisiográficas distintas das demais superfícies a bordadas anteriormente. Devido a sua localização no relevo, o Perfil P_5 apresenta drenagem interna mais restrita que a dos de de mais solos. Por sua vez, o Perfil P_6 apresenta restrição de dre ne nagem apenas nas camadas inferiores. Além destes fatos, necessá ri o se faz salientar que, tanto o Perfil P_5 quanto o P_6 , são en ri quecidos pelo fluxo lateral de água (e soluções) vindo das ca ba baceiras. Tal enriquecimento tende a ser maior no Perfil P_5 de vi do, como observado anteriormente, à drenagem mais restrita.

Afora estes fatos, deve-se levar em consideração, ainda, que, no caso do Perfil P_5 , além do diabásio e da contri bu ição do fluxo lateral de soluções, existe ligeira contribui ção do material da Formação Irati, constituída de folhelhos.

O exame mineralógico da fração argila destes so los demonstra, além da caulinita, a ocorrência de minerais de grade 2:1, representados principalmente pela montmorilonita (Fi gu ras 29 a 33). Este mineral apresenta picos intensos na região de 18,0 Å nas amostras submetidas a glicolação, constituindo-se em um dos principais minerais do solo da Superfície V. Os difra to gramas possibilitam a indicação de que a quantidade deste mi ne ral diminui da rocha alterada para os horizontes de superfi cie, podendo este fato ser considerado como função de sua trans for mação em caulinita, uma vez que os picos deste mineral aumen ta m de intensidade no mesmo sentido. Na rocha alterada, horizon

te C do Perfil P_5 , a análise por raios-X diagnosticou a predominância de montmorilonita (Figura 31). No horizonte superficial deste mesmo perfil, a diminuição da intensidade do pico correspondente à montmorilonita é acompanhada pelo aparecimento de picos difusos de caulinita (Figura 29). Aparentemente, constitui tal fato uma evidência da seqüência de alteração rocha-montmorilonita-caulinita. A dominância da montmorilonita, especialmente no Perfil P_5 , deve-se às condições de drenagem mais restrita do solo. Nestas condições, a formação e estabilidade da montmorilonita é maior quando comparada com os solos de melhor drenagem.

Além destes processos de alteração, deve-se levar em consideração o fato de ser a lessivagem uma constante tanto no Perfil P_5 quanto no P_6 , devido à formação de horizonte argílico, indicado principalmente pelo exame micromorfológico, no qual a abundância de cutans iluviais pode ser constatada (Apêndice 4).

Analisando-se comparativamente os dados obtidos nos solos aqui estudados, pode-se notar uma seqüência da evolução das propriedades, vindo da Superfície I, a mais antiga, para a Superfície IV, a mais nova. Assim é que, vindo das superfícies mais velhas (I, II e III) para as mais novas (V, VI e IV), os dados mineralógicos demonstram um decréscimo no teor da caulinita e um acréscimo nos teores de minerais 2:1, principalmente no de montmorilonita. Os dados químicos e granulométricos, re

sumidos nas Figuras 7 a 13, também indicam seqüência semelhante. A diferença na composição mineralógica pode ser interpretada como uma evolução desta fração, refletindo diferentes estádios de alteração. Estes diferentes graus de intemperismo são atribuídos à diferença na idade relativa e estabilidade das superfícies nas quais os solos estão localizados. Os resultados obtidos indicam que da superfície mais jovem (IV) para a mais antiga (I), ocorre uma intensificação do processo de alteração como decorrência de as superfícies mais antigas terem estado sujeitas a um maior tempo de reposição dos processos de intemperismo e lixiviação.

6. CONCLUSÕES

O estudo pedológico da toposseqüência analisada de solos desenvolvidos, principalmente de rochas básicas, permite algumas conclusões sobre a caracterização dos diferentes solos e sobre a evolução dos constituintes mineralógicos.

As seis superfícies fisiográficas da toposseqüência é constituída de segmentos, com idades relativas distintas, que estão relacionadas com os solos estudados. Nas superfícies mais antigas (I e II), mais estáveis e lixiviadas, situam-se solos com horizontes B latossólicos; nas superfícies mais recentes (VI, V e IV), de maior instabilidade e, conseqüentemente de menor lixiviação, localizam-se solos pouco desenvolvidos com horizontes B textural e câmbico e argila de atividade alta (Perfil P₅, P₆ e P₄). Finalmente, na superfície intermediária (III), de estabilidade relativa, desenvolve-se solo com horizonte B tex

tural espesso e com argila de baixa atividade.

Basicamente as diferenças entre o Latossolo Vermelho Escuro, Terra Roxa Estruturada Latossólica, Terra Roxa Estruturada e Brunizem Avermelhado são devidas à posição ocupada no relevo, aliada à drenagem. O latossolo Vermelho Escuro e a Terra Roxa Estruturada Latossólica, por ocuparem áreas planas e antigas, estão sujeitos a uma maior lixiviação e intemperismo ; as condições de relevo mais baixo e de drenagem impedida do Brunizem Avermelhado propiciam menor intensidade na atuação destes processos, enquanto que a Terra Roxa Estruturada pode ser colocada numa situação intermediária.

As características químicas, como a capacidade de troca catiônica, saturação de bases, Δ pH e índice k_i , decrescem no sentido dos solos das superfícies mais antigas, indicando intemperismo e lixiviação crescente.

A gênese dos minerais de argila é influenciada pelas condições de relevo e lixiviação. A montmorilonita encontrada nos solos das superfícies mais instáveis e de drenagem mais reduzida (Perfis P_5 e P_6) origina-se, provavelmente, dos piroxênios, e as mudanças das condições físico-químicas propiciam o desaparecimento deste mineral nos solos mais intemperizados e lixiviados (Perfis P_1 , P_2 e P_3), alterando-se assim, para caulinita e óxidos.

A caulinita origina-se provavelmente, por três vias principais: a primeira, no caso do Latossolo Vermelho Escuro, por herança do próprio material de origem; a segunda, pelo intemperismo dos plagioclásios, evidenciado pela presença deste mineral na fração silte; a terceira, pela transformação de um mineral 2:1 (mica, montmorilonita ou vermiculita), sequida pelo aumento da caulinita na direção dos solos mais intemperizados e decréscimo dos minerais de grade 2:1. A vermiculita forma-se pela alteração da mica e evolui para vermiculita/cloritizada ou caulinita. A gibbsita, encontrada principalmente nos Perfis P_1 e P_2 , origina-se, provavelmente, pela dessilicatização da caulinita.

Forças de contração e expansão constituem, provavelmente, fatores impedidores da formação de cutans iluviais (argilans) e responsáveis pela abundância de cerosidade no Perfil P_5 . Aparentemente, não há necessidade de longo intervalo de tempo para a formação de horizonte argílico, uma vez que ele está presente no Perfil P_6 , localizado em uma superfície jovem, próximo ao rio Piracicaba.

7. LITERATURA CITADA

- ADAMS, J. A., A. S. CAMPBELL e E. J. B. CUTLER. 1975. Some properties of a chrono-toposequence of soils from granite in New Zealand, 1. Profile weights and general composition. *Geoderma*, Amsterdam, 13:23-40.
- AHMAD, M., RYAN e R. C. PAETH. 1977. Soil development as a function of time in the Punjab River Plains of Pakistan. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, Madison, 41:1162-1166.
- ALOISI, R. R., G. RANZANI, J. L. I. DEMATTÊ e C. C. CERRI . 1976. Mineralogia da fração argila de alguns solos do município de Jaboticabal, SP. In: Congr. Bras.Ci.Solo, 15º , Campinas, SP. 1975. *Anais Soc. Bras. Ci. Solo*, Campinas , 1976. pp. 457-460.

- ANDRADE, S. S., J. L. I. DEMATTE e A. C. MONIZ. 1974. Gênese de três catenas de solos localizados nos municípios de Piracicaba e Rio Claro, Sp. In: Congr. Bras. Ci. Solo, 14^o, Santa Maria, RS., 1973. Anais Soc. Bras. Ci. Solo, Santa Maria, 1974. pp. 573-590.
- AZOLIN, M. A. D., E. KLANT e M. C. L. dos SANTOS. 1976. Relações solo-superfícies geomorfológicas e material de origem a oeste da depressão central e campanha no Rio Grande do Sul. In: Congr. Bras. Ci. Solo, 15^o, Campinas, SP., 1975, Anais Soc. Bras. Ci. Solo, Campinas, 1976. pp 345-350.
- BAVER, L.D. 1966. The mechanical composition of soils. In: Soil Physics. 3^a ed. N. Y., John Wiley & Sons. Inc., pp. 48-80.
- BENEMA, J. e M. N. CAMARGO. 1964. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros. Rio de Janeiro. Div. Ped. Fert. Solos, 35 p. (mimeografado).
- BLEEKER, P. 1972. The mineralogy of eight latosolic and related soils from Papua, New Guinea. Geoderma, 8:191-205.
- BRASIL. 1960. Serv. Nac. de Pesq. Agronômica. Comissão de Solos. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura, CNEPA. (Boletim 12).

- BREWER, R. 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Willey and Sons, Inc., New York., 470 p.
- BREWER, R. 1972. The basis of interpretation of soil micro - morphological data. Geoderma, Amsterdam, 8:81-94.
- BREWER, R. e P. H. WALKER. 1969. Weathering and soil deve - lopment on a sequence of River Terraces. Aust. J. Soil Res., Melbourne, 7:293-305.
- BROWN, G. 1961. The x-ray identification and crystal structu - res of clay minerals. Mineralogical Society, London., 544 p
- BUOL, S.W., S.D. HOLE e R. J. McCRAKEM. 1973. Soil genesis and classification. Ames., Iowa University Press., 360 p.
- CARVALHO, A. 1970. Study of Terra Roxa Estruturada and Latosol Roxo on a topographic sequence in São Paulo State of Bra - sil. Tese de Master of Science., Univ. of New Castle. En - gland., 93 p.
- CARVALHO, A. e R. F. MONTGOMERY. 1971. Estudo de uma ocorrên - cia de Terra Roxa Estruturada e Latossol Roxo numa seqüên - cia topográfica, no Estado de São Paulo. In: Congr. Bras . Ci. Solo, 13º, Vitória, Espírito Santo. Resumos.

- CERVELINI, A., E. SALATI., E. S. B. FERRAZ., N. A. VILLA NOVA, K. REICHARDT., A. DECICO e J. C. OMETTO. 1973. Análise de dados meteorológicos de Piracicaba, SP. Bol. Tec. Cient . 36, ESALQ/USP, Piracicaba, Sp., Brasil.
- CLINE, M. G. e S. W. BUOL. 1973. Solos do Planalto Central do Brasil. Ithaca., Univ. de Cornell. Agronomy, 73-133.
- DANIELS, R. B., E. E. GAMBLE e J. G. CADY. 1971. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Advanced in Agronomy, 23:51-89.
- DEMATTE, J. L. I. 1975. Characterization and classification of a toposequence of soils near Piracicaba, SP. Ph. D. dissertation, Ohio State University. 289 p.
- DEMATTE, J. L. I. e N. HOLOWAYCHUCK. 1977. Solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo. II. Mineralogia. R. bras . Ci. Solo, Campinas, SP. 1:99-103, maio/dez.
- ESCOBAR, E. H., J. L. I. DEMATTE e A. C. MONIZ. 1972. Génesis y clasificación de algunos suelos de la cuenca del aroyo Tijuco Preto, Município de Rio das Pedras, San Pablo. I . Análisis Mineralógico cuantitativo de la fracción arcilla. R. Inves. Agropec., INTA, Buenos Aires, 3:89-108.

- ESWARAN, H. 1972. Micromorphological indicators of pedogenesis in some tropical soils derived from basalt from Nicaragua. *Geoderma*, Amsterdam, 7:15-31.
- FEWER, R. 1956. An exploratory investigation of the soil and agricultural potential of the soils of the Federal District in the Central Plateau of Brasil. Thesis (Ph. D. Soils) , Cornell University, Ithaca. 432 p.
- GALHEGO, H. R. e C. R. ESPÍNDOLA. 1979. Mineralogia da argila de solos desenvolvidos de produtos de alteração de rochas eruptivas básicas em Botucatu, SP. *R. bras. Ci. Solo*, (3) 2:131-135. maio/ago.
- GALHEGO, H. R., C. R. ESPÍNDOLA, W. A. CARVALHO e D. RAMBAUD. 1979. Mineralogia da fração argila em uma litotopossequência de solos no município de Botucatu. *R. bras. Ci. Solo*, (3) 2:126-130. maio/ago.
- GILE, L. H. 1970. Soils of the Rio Grande Valley border in Southern New Mexico. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 34:465-472.
- GUNN, R. H. 1974. A soil catena on weathered basalt in Queensland. *Aust. J. Soil Res.*, Melbourne, 12:1-14.

- GUTMANS, M. 1943. Rochas-mater da terra roxa. *Bragantia*, Campinas, 3:322-371.
- HOLMGREN, G. S. 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc, Amer. Proc.*, Madison:31:210-211.
- JACKSON, M. L. 1956. *Soil Chemical Analysis: advanced course*. Madison, Univ. of Wis., Department of Soil Sci., 991 p.
- JACKSON, M. L. 1964. Clay transformations in soils genesis during the quaternary. *Soil Sci.*, New Brunswick, 99:15-22.
- JACKSON, M. L. 1969. *Soil Chemical Analysis: advanced course*. Published by author. Department of Soils, Univ. of Wisconsin. Madison, Wis., USA, 895 p (mimeografado).
- JEFFRIES, C. D. 1941. A method of preparing soils for petrographic analysis. *Soil Sci.*, New Brunswick, 52: 451-454.
- LEPSCH, I. F. 1973. Genesis, morphology and classification of soils in an oxisol-ultisol toposequence in S. Paulo State, Brazil. Tese de Master of Science, North State University, Raleigh. 89 p.
- LEPSCH, I. F. , S. W. BUOL e R. B. DANIELS. 1977 a. Soil land

scape relations in an area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brazil. I. Geomorphic surfaces and soil mapping units. Soil Sci. Soc. Amer. J., Madison, 41:104-108.

LEPSCH, I. F., S. W. BUOL e R. B. DANIELS. 1977 b. Soil land - scape relations in area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brazil. II. Soil morphology, genesis, and classification. Soil Sci. Soc. Amer. J., Madison, 41: 109-114.

LEPSCH, I. F., A. C. MONIZ e C. L. ROTTA. 1977 c. Evolução mineralógica de solos derivados da Formação Bauru em Echaporã, SP. R. bras. Ci. Solo, I. 38-43.

LIMA, V. C. 1979. Caracterização e classificação de solos derivados de eruptivas básicas do terceiro Planalto Paraense. Tese de Doutorado. ESALQ, Piracicaba. 249 p.

MARTINI, J. A. 1976. The evolution of soil properties as it relates to the genesis of volcanic ash soils in Costa Rica. Soil Sci. Amer. J., Madison, 40:895-900.

McKEAGUE, J, A. e J. H. DAY. 1966. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aid in differentiating various classes of soils. Can. J. Soil Sci., Ottawa, 46:13-22.

MELFI, A. J. e F. Levi. 1971. Geochemical and mineralogical

study on the first stages of weathering of basic and related rocks. Part I. Mineralogical study. R. bras. Geociências, São Paulo, 1:22-28.

MELFI, J. A., V. A. V. GIRARDI e A. C. MONIZ. 1966. Mineralogia dos solos da Estação Experimental "Theodoreto Camargo", de Campinas. Bragantia, Campinas, 25(2):9-30.

MENDES, A. C. T., S. C. FALCI e J. L. I. DEMATTE. 1973. Seções delgadas de solos: método de impregnação. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP., 30:35-48.

MEZZALIRA, S. 1965. Descrição geológica e geográfica das folhas de Piracicaba e São Carlos, SP. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, 13. 37 p.

MILNE, G., V. A. BECKLEY, G. H. G. JONES, W. S. MATIN, G. GRIFFITH e L. W. RAYMOND. 1935. A provisionak soil map of east Africa (Kenya, Tanganyika and Zanzibar). Trans. Inst. Congr. Soil Sci, 3rd, (5): 266- 274.

MONIZ, A. C. e A. CARVALHO. 1973. Sequência de evolução de solos derivados do arenito Baurú e rochas básicas da região noroeste do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, (32): 309-335.

- MONIZ, A. C. e J. B. OLIVEIRA. 1974. Estudo mineralógico de solos derivados de rochas ígneas básicas da Estação Experimental de Riberão Preto, SP. In: Congr. Bras. Ci. Solo, 149, Santa Maria, RS., 1973, Anais Soc. Bras. Ci. Solo, Santa Maria, 1974., pp. 591-601.
- MONIZ, A. C. e M. L. JACKSON. 1967. Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slate. Madison. Univ. of Wisconsin, (Wisconsin Soil Sci. Report 212), 74 p.
- MONIZ, A. C. e S. W. BUOL. 1982. Formation of an Oxisol-Ultisol transition in São Paulo, Brazil. I. Double-water flow model of soil development. Soil Sci. Soc. A. J., 46:1228 - 1233.
- MORRISON, R. B. 1968. In: "Means of correlation of Quaternary successions" (R. B. MORRISON and H. E. WRIGHTR, Jr, eds). 1-113. Univ. of Utah Press., Salt Lake City.
- MULCAHY, M. J. 1967. In: "Landform studies from Australia and New Guinea". J. M. JENNINGS and MABBUT, eds. Cambridge Univ. Press, London and New York, 211-230.
- NORRISH, K, e R. M. TAYLOR. 1961. The isomorphous replacement of iron by aluminium in soil goethites. J. Soil Sci.,

Ottawa, 12:294-306.

NYE, P. H. 1954. Some soil - forming processes in the humid tropics. I. A field study of a catena near Ibadan. J. Soil Sci., Edinburgh, 5:7-21.

OLLIER, C. D. 1959. A two cicle theory of tropical pedology. J. Soil Sci., 10:137-148.

PAIVA NETO, J. E. 1942. A " fração argila " dos solos do Estado de São Paulo e seu estudo roentgenográfico. Bragantia , Campinas, 2:355-432.

PAIVA NETO, J. E. 1948. Estudo Pedológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Anais da 2ª Reunião Bras. Ci. Solo, pp. 341-443. Campinas, SP., Soc. Bras. Ci. Solo.

PAIVA NETO, J. E. 1951. Observações gerais sobre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas , 11:227-253.

PARSONS, R. B. e C. A. BALSTER. 1966. Morphology and genesis of Sia "Red Hill" soils in the Oregon Coast Range. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 30:90-93.

PARSONS, R. B., C. A. BALSTER e A. O. NESS. 1970. Soil deve -

lopment and geomorphic surfaces. Willamette Valley, Oregon. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 34:485-491.

PARSONS, R. B. e R. C. HERRIMAN. 1976. Geomorphic surfaces and soil development in the Upper Rogue River Valley, Oregon. Soil Sci. Soc. Amer. J. Madison, 40: 933-938.

PENTEADO, M. M. 1969. A bacia de sedimentação de Rio Claro, Estado de São Paulo. Rev. Geogr. da Soc. Geogr. de Lisboa. 17:38-61.

QUEIROZ NETO, J. P. e R. P. D. FERREIRA. 1974. Observação sobre solos arenosos do platô do Santo Inácio, Estado de São Paulo. Anais do XIV Congr. Bras. Ci. Solo, Santa Maria, RS., 1973. Soc. bras. Ci. Solo.

QUEIROZ NETO, J. P., A. CARVALHO, J. PELLIERIN e A. JOURNAUX . 1974. Cronologia da alteração dos solos da região de Marília, SP. Anais do XIV Congr. Bras. Ci. Solo, Santa Maria , RS, 1973. Soc. Bras. Ci. Solo.

RANZANI, G., O. FREIRE e T. KINJO. 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos. ESALQ/USP, Brasil. 85 p.

RODRIGUES, T. E. e E. KLAMT, 1978. Mineralogia e gênese de

uma sequência de solos do Distrito Federal. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2:132-138, maio/ago.

ROTTA, C. L. , A. C. MONIZ e J. B. OLIVEIRA. 1974. Estudo mineralógico da fração argila dos solos da Estação Experimental de Limeira, SP. In: Congr. Bras. Ci. Solo, 14^o, Santa Maria, RS., 1973. Anais Soc. Bras. Ci. Solo, Santa Maria , 1974. pp. 559-571.

RUHE, R. V. 1956 a. Geomorphic surface and the nature of soils. Soil Sci, New Brunswick, 82:441-455.

RUHE, R. V. 1956 b. Landscape evolution in the high Ituri, Belgian Congo Publ. de l'INEAC, sér. sci. 66, Bruxelles.

RUHE, R. V. 1960. Elements of soil landscape. In: Int. Congr. Soil Sci., 7^o, transactions. Madison, (4): 165-170.

RUHE, R. V. 1967. Geomorphic surfaces and surficial deposits in Southern New Mexico. New Mexico State Bureau of Mines and Mineral Resources, Memoir 18.

RUHE, R. V. 1969. Quaternary landscape in Iowa. Iowa Univ. Press, Ames. Iowa, 255 p.

RUHE, R. V. 1975. Geomorphology, Houghton Mifflin Company, 246 p.

- SCHNEIDER, A. W. 1970. Vulcanismo basáltico da Bacia do Paraná: perfil Foz do Iguaçu - Serra da Esperança. In: Congr. Bras. de Geol., XXIV. Anais, Soc. Bras. Geol., Brasília, , 211 - 217.
- SCHWERTMANN, U e R. M. TAYLOR. 1977. Iron oxides. In: Soil Sci. Soc. of America (ed). Minerals in soil environments, Madison.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 1973. Manual de Método de Trabalho de Campo. Rio de Janeiro. 33 p.
- TIÊ-BI-YOUAN, M., E. SAKAI, I. F. LEPSCH e A. CHAUVEL. 1983. Caracterização e classificação de solos da Formação Pariqueira-Açu (SP). R. bras. Ci. Solo, Campinas, (7)2:109-215., maio/ago.
- THIESEN, A. A. e M. E. HARWARD. 1962. A paste method for preparation of slides for clay mineral identification by x-ray diffraction. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 23:152 - 156.
- THORP, J. 1965. The nature of the pedological record in the Quaternary. Soil Sci., 99:1-08.
- van SCHUYLENBORGH, J. 1971. Weathering an soil forming proces-

ses in the tropics. In: Soils and tropical weathering.
Proceedings of the Bandung Symposium, Paris, UNESCO.

van WAMBEKE, A. R. 1962. Criteria for classifying soils by age
J. Soil Sci., Edinburgh, 13:124-132.

VERDADE, F. C. 1961. Composição química de alguns solos do Estado de São Paulo. III. Sesquióxidos, sílica e certas relações moleculares. Bragantia, Campinas, 20:885-905.

VETTORI, L. 1969. Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro .
Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Boletim Técnico
nº 12.24 p.

WARSHAN, M. C. e R. ROY. 1963. Classification and a scheme for
identification of layers silicates. Bol. Geol. Soc. Am. ,
72:1455-1492.

WILSON, M. J. 1969. A gibbsita soil derived from the weathering of an ultrabasic rock on the island of Alumu. Thesis
M. Science. University of Wisconsin, Madison, USA.

8. APÊNDICE 1

Descrições morfológicas
dos perfis de solos.

PERFIL P₁

Classificação: Latossolo Vermelho Escuro, horizonte A fraco, textura média, álico . HAPLORTHOX.

Localização : Estado de São Paulo, município de Piracicaba, próximo à Rodovia do Açúcar, lado esquerdo da estrada no sentido de Campinas.

Situação e Declive: Barrancos expostos por abertura de estrada , com 1% de declive.

Altitude : 650 metros

Material originário: sedimento arenoso da Formação Rio Claro

Relevo : local e regional - plano; suavemente ondulado

Erosão : laminar ligeira

Drenagem : bem drenado

Vegetação : local - pasto artificial
regional - áreas de culturas anuais e perenes ;
floresta ciliar nos rios.

antiga - floresta latifoliada

Uso atual : área marginal de estrada.

MORFOLOGIA

Ap 0 - 20 cm; bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); franco arenoso; granular, média; fraca; ma

cio, friável, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição clara e plana; raízes abundantes.

- A₃ 20 - 50 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); franco argilo arenoso; granular, pequena, fraca ; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bsq₁ 50 - 100 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca, pequena, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
- Bsq₂ 100-150 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca, pequena granular; macio friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.
- Bsq₃ 150 - 200 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo arenoso, maciça, porosa que desfaz em fraca, pequena, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

- Bsq₄ 200 - 250 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argi-
lo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca,
pequena, granular; macio, friável ligeiramente
plástico e ligeiramente pegajoso; transição di-
fusa.
- Bsq₅ 250 - 300 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argi-
lo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca,
pequena, granular; macio, friável, ligeiramen-
te plástico e ligeiramente pegajoso; transição
difusa.
- Bsq₆ 300 - 350 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argi-
lo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca,
pequena, granular; macio, friável, ligeiramen-
te plástico e ligeiramente pegajoso; transição
difusa.
- Bsq₇ 350 - 400 cm; vermelha (2,5 YR 4/6, úmido); franco argi-
lo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca,
pequena, granular; macio, friável, ligeiramen-
te plástico e ligeiramente pegajoso; transição
difusa.
- Bsq₈ 400 - 450 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argi-
lo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca,

pequena, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

Bsq₉ 450 - 500 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca, pequena, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

Bsq₁₀ 500 - 550 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca, pequena, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

Bsq₁₁ 550 - 600 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo arenoso; maciça, porosa que desfaz em fraca, pequena, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

Trado 600-630 cm; amarelo avermelhado (2,5 YR 6/8, úmido).

Trado 630-670 cm; amarelo avermelhado (2,5 YR 6/8, úmido).

Trado 670-740 cm; amarelo avermelhado (2,5 YR 6/8, úmido).

Trado 740-850 cm; amarelo avermelhado (2,5 YR 6/8, úmido).

PERFIL P₂

Classificação : Terra Roxa Estruturada Latossólica, horizonte A fraco, argila de atividade baixa, eutrófica.

Oxic Tropudalf.

Localização : Estado de São Paulo, município de Piracicaba , estrada que vai para a Usina Monte Alegre, após a bifurcação que conduz ao aeroporto, lado esquerdo da estrada.

Situação e Declive: Barrancos expostos por abertura de estrada, com 2% de declive.

Altitude : 630 metros

Material originário: produto de intemperização de um "sill" de diabásio.

Relevo : local e regional - suavemente ondulado, com elevações do topo aplainadas, pendentes de centenas de metros e vales em V aberto.

Erosão : laminar ligeira

Drenagem : bem drenado

Vegetação : local - pasto artificial
regional: áreas de culturas anuais e perenes ;
floresta ciliar nos rios.

antiga - floresta latifoliada

Uso atual : área marginal de estrada

MORFOLOGIA

- Ap 0 - 10 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); blo -
cos subangulares, pequeno, moderado, ligeira -
mente duro, friável, muito plástico e muito pe -
gajoso; muito fina; poros médios a grandes, caô -
ticos descontínuos, abundantes; galerias biolô -
gicas menores que 5 mm abundantes, preenchidas
com argila cimentando quartzo e elementos metá -
licos muito pequenos; raízes finas a médias, a -
bundantes; transição gradual e plana.
- Bt₁ 10 - 37 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); pris -
mática, média, moderada; ligeiramente duro, friá -
vel, plástico e pegajoso; fina; cerosidade em
planos horizontais e verticais moderada; gale -
rias biológicas menores que 5 cm, poucas, e me -
nores que 5 mm, comuns, preenchidas com argila
cimentando elementos metálicos; presença de sei -
xos menores que 5 mm subarredondados dispersos
na massa do horizonte; póros finos a médios ,
caóticos, descontínuos, abundantes; raízes mé -
dias, comuns, abundantes; nódulos de argila me -
nores que 2 cm esparsos; transição gradual e di -
fusa.

Bsq₁ 37 - 107 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); prismática, média, fraca; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; cerosidade em alguns planos horizontais e verticais fraca co mum; poros médios a grandes comuns e poros finos caóticos, descontínuos, abundantes; grânulos de quartzo subarredondados menores que 2mm dispersos na massa do horizonte; transição gra dual e difusa.

Bt₂ 107 - 187 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); prismática, média, moderada; ligeiramente duro, fria vel, ligeiramente plástico e ligeiramente pega joso; mediana; cerosidade fraca e pouca, descontínua; poros médios a grandes, verticais , abundantes; galerias biológicas menores que 5 mm, poucas; raízes finas raras; agregados es - parsos e argila iluvial em torno dos agregados; seixos de quartzo menores que 1 cm subarredondados dispersos na massa do horizonte; transi - ção gradual e difusa.

Camada de Agregados 187-197 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); agregados agrupados; camada adensada.

Bt₃ 197 - 287 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); prismática, média a grande, moderada; ligeiramente duro; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; cerosidade em planos verticais fraca, difusa, e cerosidade forte revestindo nódulos de argila; raízes finas, raras; galerias biológicas menores que 5 mm, poucas; seixos de quartzo menores que 1 cm subarredondados acumulando-se no topo do horizonte e alguns dispersos na massa; transição gradual e difusa.

Bsq₂ 287 - 337 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); prismática, média, moderada; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; fina; cerosidade em planos verticais fraca e forte revestindo nódulos de argila; poros médios a grandes, contínuos, abundantes; acumulações de argila cimentando grânulos de quartzo e elementos metálicos muito finos; transição plana e abrupta.

Bt₄ 337 - 367 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); prismática, média a grande, moderada; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; cerosidade em planos verticais fraca e difusa e forte revestindo nódulos

dulos de argila; poros médios a grandes, contínuos, abundantes; galerias biológicas menores que 5 cm com preenchimento fraco de argila cimentando elementos metálicos e quartzo muito fino; seixos de quartzo menores que 2 cm subarredondados no topo do horizonte; transição clara e abrupta.

Linha de Pedras 367-385 cm; deposição ondulada com variação na espessura, composta de seixos comuns de diâmetro menor que 20 cm até 5 cm, abundantes. Os seixos encontram-se recobertos por películas de argila grossa; compõe-se de seixos quartzíticos, quartzo leitoso, quartzo ferruginoso de granulação grossa e de arenitos ferruginoso com dominância de quartzo sob processo de caulinição e ferruginação; formas subarredondadas.

IIBt₅ 385 - 435 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); prismática, média a grande, forte; muito duro, pouco friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; cerosidade em planos horizontais e verticais e na massa do horizonte, moderada, abundante; poros médios a grandes caóticos, descontínuos, abundantes; raízes finas, comuns; transição gradual e difusa.

- IIBt₆ 435 - 485 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido); prismática, média a grande, forte; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; indício fraco de iluviação de argila; mosqueado de cor amarelo avermelhado (5 YR 6/8, seco); poros médios a grandes horizontais e oblíquos, contínuos, abundantes; raízes finas, poucas; transição ondulada e difusa.
- IIC₁ 485 - 585 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), prismática, média, forte; ligeiramente duto, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; presença de bolsas de solo contrastando com material intemperizado; presença de concreções de Mn; áreas de caulinição branca (2,5 Y 8/2, úmido), amarelo pálido (2,5 Y 8/4, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido); áreas de acumulação preta (N 2/ , úmido).
- IIC₂ 585 - 635 cm; bruno amarelado (10 YR 5/6, úmido); coletado com trado.
- IIC₃ 635 - 700 cm; bruno amarelado (10 YR 5/6, úmido); coletado com trado.
- IIC₄ 700 - 785 cm; bruno amarelado (10 YR 5/6, úmido); coletado com trado.

PERFIL P₃

- Classificação : Terra Roxa Estruturada, horizonte A fraco, ar
gila de atividade baixa, eutrófica. Tropudalf.
- Localização : Estado de São Paulo, município de Piracicaba,
dentro da área pertencente à ESALQ, aproxima-
damente a 150 m do Posto Meteorológico, em di-
reção ao rio Piracicaba.
- Situação e Declive: Trincheira aberta em encosta, com 15% de de-
clive.
- Altitude : 540 metros
- Material originário: produto de intemperização de um "sill" de
diabásio.
- Relevo : local e regional - suave ondulado e ondulado.
- Erosão : laminar ligeira
- Drenagem : bem drenado
- Vegetação : local - pastagem de capim colônia
regional - área de culturas anuais e perenes;
floresta ciliar nos rios
antiga - floresta latifoliada
- Uso atual : pastagem

MORFOLOGIA

Ap 0 - 15 cm; bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmi -

do); blocos, média, forte; duro, firme, plástico e pegajoso; fina; poros finos a muito finos, caóticos, dscontínuos, comuns; raízes finas a médias abundantes; transição plana e abrupta.

Bt₁ 15 - 50 cm; bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); blocos, média a grande, forte; muito duro, firme, plástico e pegajoso; fina, cerosidade vertical e horizontal forte, abundante; poros finos a muito finos, caóticos, descontínuos, comuns, raízes finas, comuns; pequenos fragmentos na parte inferior do horizonte; blocos de diabásio esparsos de diâmetro entre 15 e 20 cm; tansição ondulada e abrupta.

Linha de Pedras 50 - 55 cm; seixos de quartzo, pequenos; agregados de argila e minerais primários.

IIBt₂ 55 - 95 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); blocos, média, forte; muito duro, friável, plástico e pegajoso; fina; poros finos a muito finos, caóticos, descontinúos, comuns; raízes muito finas comuns; cerosidade vertical e horizontal abundante; blocos esparsos de diabásio com diâmetro entre 15 e 20 cm; presença de bolsas de intemperismo local de diabásio, apresentan-

do tonalidade amarela (10 YR 7/8, seco); transi
ção ondulada e difusa.

IIBt₃ 95 -145 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); blo -
cos, média, forte; duro, friável, plástico e pe
gajoso; fina; cerosidade vertical e horizontal
forte e abundante; poros finos a muito finos ,
caóticos, descontínuos, sendo alguns oblíquos,
comuns; transição ondulada e difusa.

IIBt₄ 145 - 180 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); blo -
cos, média, fraca; duro, friável, muito plás -
tico e muito pegajoso, muito fina; poros finos
a muito finos horizontais e oblíquos, contí -
nuos, abundantes, poros médios verticais co -
muns; cerosidade vertical e horizontal fraca ,
abundante; nódulos de argila comuns cimentando
quartzos muito fino e elementos metálicos de até
5 cm.

IIC₁ 180 - 250 cm; bruno avermelhado (5 YR 4/4, úmido); mos -
queado vermelho claro (5 YR 6/8, úmido); mos -
queado de Mn, preta (N 2/ , úmido); mosqueado,
preta (10 YR 8/1, úmido); macio, friável, plás
tico e pegajoso; fina.

- IIC₂ 250 - 320 cm; bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido); mosqueado vermelho (2,5 YR 4/8, úmido); mosqueado amarelo (10 YR 8/6, úmido); mosqueado de Mn cinza escuro (2,5 YR 3/1, úmido); macio, friável, plástico e pegajoso; fina.
- IIC₃ 320 - 340 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido); macio, friável, muito plástico e muito pegajoso; muito fina; presença de material intemperizado bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido).
- IIC₄ 340 - 365 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido) ; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; mediana; material intemperizado amarelo (10 YR 8/6, úmido).
- R 365 cm +

PERFIL P₄

- Classificação : Cambissolo, horizonte A moderado, eutrófico ,
substrato diabásio. Lithic Tropudalf
- Localização : Estado de São Paulo, município de Piracicaba,
dentro da área pertencente à ESALQ, aproxima-
damente a 250 metros do Posto Meteorológico ,
em direção ao rio Piracicaba.
- Situação e declive: Trincheira aberta em encosta (ravina) com
pendente aproximada de 45°.
- Altitude : 510 metros
- Material originário: produto de intemperização de um "sill" de
diabásio.
- Relevo : local e regional - ondulado, com elevações ti-
po aplainado e vales em V aberto.
- Drenagem : bem drenado
- Vegetação : local - pastagem de capim colonião
regional - áreas de culturas anuais e perenes;
floresta ciliar nos rios.
antiga - floresta latifoliada.
- Uso atual : pastagem

MORFOLOGIA

- Ap 0 - 19 cm; bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmi -
do); prismática, média a grande, forte; muito
duro, muito firme, muito plástico e muito pega-
joso; muito fina; poros finos a muito finos a-
bundantes; raízes finas e abundantes; transição
gradual e difusa.
- Bt₁ 19 - 52 cm; bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmi -
do); prismática, média a grande, forte; muito
duro, muito firme, muito plástico e muito pega-
joso; muito fina; cerosidade vertical e horizon-
tal forte comum; poros finos a muito finos co -
muns; raízes finas comuns.
- C 52 + cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); hori -
zonte assentado sobre seixos de quartzo de cer-
ca de 4 cm formando linha contínua e seixos de
diabásio em decomposição.

PERFIL P₅

- Classificação : Brunizem Avermelhado. Aguic Argiudoll.
- Localização : Estado de São Paulo, município de Piracicaba, dentro da área pertencente à ESALQ, próximo do reservatório de água, após o caminho que conduz ao rio Piracicaba.
- Situação e Declive: trincheira aberta em sopé de encosta, com declive de 3%.
- Altitude : 470 metros
- Material originário: Formação Estrada Nova com produtos intemperizados de diabásio e pequena contribuição de material da Formação Irati.
- Relevo : local e regional - suavemente ondulado.
- Drenagem : moderadamente drenado
- Vegetação : local- gramíneas e leguminosas
regional - áreas de culturas anuais e perenes;
floresta ciliar nos rios.
antiga - floresta latifoliada.
- Uso atual : pastagem

MORFOLOGIA

Ap 0 - 18 cm; bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); pris

mática, pequeno, forte; duro, friável, plástico e pegajoso; fino; poros finos a muito finos a -
 bundante; áreas de mosqueado vermelho amarelo
 (5 YR 5/6, úmido); transição ondulada e clara.

Bt₁ 18 - 45 cm; bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2 ,
 úmido; prismática, média, forte; duro, friável,
 plástico e pegajoso; fina; cerosidade nos pla -
 nos verticais e horizontais forte abundante; po -
 ros finos a muito finos comuns; raízes finas a
 médias fasciculadas abundantes; transição ondu -
 lada e gradual.

Bt₂ 45 - 70 cm; bruno avermelhado (5 YR 5/4, úmido); prismá -
 tica, média, forte; duro, friável, muito plás -
 tico e muito pegajoso; muito fina; cerosidade em
 planos verticais e horizontais forte abundante;
 poros finos a muito finos poucos; raízes finas
 comuns; transição ondulada e gradual.

Bt_{3g} 70 - 100 cm; bruno avermelhado (5 YR 5/4, úmido); mosque -
 ado vermelho (2,5 YR 5/6, úmido); primática, me -
 dia, forte; friável, muito plástica e muito pe -
 gajoso; fina; raízes finas poucas; poros finos
 a muito finos poucos; cerosidade vermelho amare

lada (5 YR 4/6, úmido) em películas grossas mais velhas com recobrimento de películas bruno escuras (7,5 YR 4/2, úmido) mais recentes e escuras em planos verticais e horizontais fortes; planos de clivagem, concreções pequenas arredondadas menores que 5 mm pouco dispersas na massa do horizonte cimentado quartzo muito fino; transição ondulada e gradual.

Bt_{4g} 100 - 150 cm; bruno escuro (7,5 YR 4/4, úmido); primática, média a grande, forte; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade bruno escuro (7,5 YR 4/2, úmido) em partículas grossas nos planos verticais e horizontais forte; poros finos comuns; raízes muito finas poucas; presença de minerais primários em decomposição.

C_{1g} 150 - 265 cm; vermelho (2,5 YR 5/6, úmido); mosqueado bruno avermelhado escuro (10 YR 4/4, úmido); coletado com trado.

C_{2g} 265 - 350 cm; bruno amarelado (10 YR 6/8, úmido); mosqueado bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido); coletado com trado.

C_{3g} 350 - 400 cm; bruno avermelhado (10 YR 6/8, úmido); coletado com trado.

C_{4g} 400 - 450 cm; bruno avermelhado (10 YR 6/8, úmido); mos -
queado amarelo avermelhado (5 YR 6/8, úmido) ;
mosqueado amarelo avermelhado (5 YR 4/6, úmi -
do); coletado com trado.

PERFIL P₆

- Classificação : Terra Roxa Estruturada, horizonte A moderado, moderadamente drenada, eutrófica. Aquic Tro-
pudalf
- Localização : Estado de São Paulo, município de Piracicaba, dentro da área pertencente à ESALQ, entre o reservatório de água e o rio Piracicaba.
- Situação e Declive: pedimento de sopé, com 1% de declive.
- Altitude : 460 metros
- Material originário: Formação Estrada Nova com produtos intemperizados de diabásio, pequena contribuição de material da Formação Irati e sedimentos argilosos.
- Relevo : local e regional - suavemente ondulado
- Drenagem : moderadamente drenado
- Vegetação : local - gramíneas e leguminosas
regional - área de culturas anuais e perenes;
floresta ciliar nos rios
antiga - floresta latifoliada.
- Uso atual : pastagem

MORFOLOGIA

- Ap 0 - 10 cm; bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido); blocos ,
média, forte; duro, firme, muito plástico e muito
pegajoso; muito fina; poros finos a muito fi-
nos comuns; transição ondulada e clara.
- Bt₁ 10 - 40 cm; bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido);
blocos, média, forte; duro, firme, muito plás-
tico e muito pegajoso; muito fina; poros finos
verticais contínuos comuns; raízes finas co-
muns e grossas raras; cerosidade em películas
verticais e horizontais grossas forte abundante;
transição ondulada e gradual.
- Bt₂ 40 - 100 cm; bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmi-
do); prismática, média, forte; muito duro, friã-
vel, muito plástico e muito pegajoso; muito fi-
na; poros finos a muito finos abundantes; raí-
zes finas poucas nos planos de clivagem; cero-
sidade vertical e horizontal forte abundante
vermelho escura (2,5 YR 3/6, seco); seixos de
quartzo menores que 5 mm subarredondados comuns
na massa do horizonte; concreções arredondadas
de ferro cimentando quartzo muito fino poucas ;
presença de nódulos de argila na massa do hori-
zonte; transição ondulada e gradual.

IIBt_{3g} 100 - 150 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); prismática ,
 média, forte; muito duro, friável, muito plás-
 tico e muito pegajoso; muito fina; poros muito
 finos caóticos descontínuos abundantes; seixos
 de diabásio comuns na massa do horizonte; cero
 sidade abundante vermelho escura (2,5 YR 3/6 ,
 seco); mosqueado amarelo avermelhado (5 YR 6/8,
 seco); presença de minerais primários abundan-
 tes.

IIC_{1g} 150 - 200 cm; bruno avermelhado (5 YR 4/4, úmido); mos-
 queado vermelho (2,5 YR 4/8, seco); coletado
 com trado.

IIC_{2g} 200 - 250 cm; amarelo (2,5 Y 7/8, úmido); mosqueado ama-
 relo avermelhado (7,5 YR 6/6, úmido); coletado
 com trado.

IIC_{3g} 250 - 285 cm; amarelo avermelhado (5 YR 4/6, úmido); cole-
 tado com trado.

9. APÊNDICE 2

Resultados das análises
granulométricas e químicas dos perfis de solos

QUADRO 4 - Resultados granulométricos das sub-frações da Areia Total e das frações Argila e Silte dos solos estudados.

Prof. (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média		Areia Fina	Areia muito Fina	Areia Total	Silte		Argila
			%					%		
PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO - textura média, álico										
0 - 20	0,7	6,7	19,7	57,0	15,8	79,0	3,5	17,5		
20 - 50	0,7	5,6	17,4	54,0	22,3	68,2	4,9	26,9		
100 - 150	1,4	7,8	19,2	53,6	17,9	70,9	3,8	25,3		
550 - 600	1,0	5,4	15,1	53,0	25,5	66,3	10,9	22,8		
PERFIL 2 - TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA, eutrófica										
0 - 10	3,3	7,6	9,0	47,9	32,2	20,4	19,0	60,6		
10 - 37	3,7	8,3	8,6	62,1	17,3	18,8	15,4	65,8		
37 - 107	3,5	4,4	12,6	51,5	28,1	27,5	15,6	56,9		
198 - 287	1,7	4,5	12,0	52,4	29,4	23,8	22,2	54,0		
287 - 385	2,1	4,8	11,0	44,0	38,0	24,9	25,3	49,8		
385 - 435	4,1	3,8	8,0	42,1	42,0	16,1	32,6	51,3		
485 - 585	1,1	3,4	9,8	46,5	39,2	18,8	35,1	46,1		
700 - 785	3,0	8,9	10,3	39,1	38,7	22,7	37,4	39,9		
PERFIL 3 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, eutrófica										
0 - 15	1,4	4,1	9,7	18,1	36,7	33,1	24,2	42,7		
15 - 50	2,3	3,7	9,3	51,1	33,8	19,6	20,6	59,8		
95 - 145	1,4	3,2	7,6	46,7	41,0	15,0	30,2	54,8		
250 - 320	5,3	19,7	14,9	36,8	23,4	29,1	34,7	36,2		
340 - 365	13,9	28,6	14,4	30,6	17,6	46,6	33,1	20,3		

QUADRO 4 - continuação

Prof.	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média %	Areia Fina	Areia muito Fina	Areia Total	Silte	Argila
(cm)						%	%	%
PERFIL 4 - CAMBÍSSOLO DE DIABÁSIO, eutrófico								
0 - 19	11,0	16,0	15,9	33,8	23,7	25,8	25,1	49,1
19 - 52	7,5	13,9	24,1	41,6	12,9	21,9	23,0	55,1
52 +	17,1	22,9	16,1	27,8	16,2	33,5	18,0	48,5
PERFIL 5 - BRUNIZEM AVERMELHADO								
0 - 18	8,2	9,1	9,1	38,8	34,8	24,3	22,9	52,8
45 - 70	3,1	5,5	9,1	41,7	40,6	12,6	18,3	69,1
100 - 150	0,1	0,8	4,5	48,0	56,6	23,2	37,6	39,2
265 - 350	0,3	5,5	14,8	53,0	26,3	38,6	32,3	29,1
400 - 450	0,4	11,2	21,8	35,9	30,5	49,5	32,7	17,8
PERFIL 6 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, moderadamente drenada, eutrófica								
0 - 10	1,4	3,1	9,3	46,1	40,0	21,2	26,0	52,8
40 - 100	2,7	3,8	9,7	44,0	39,8	16,0	14,1	69,9
150 - 200	0,1	1,7	8,0	38,5	51,7	20,4	30,9	48,7
250 - 285	3,4	16,7	18,4	39,1	22,5	33,0	34,9	32,1

QUADRO 5 - Composição granulométrica dos solos estudados

Prof. (cm)	Argila		Silte	Areia Fina		Areia Grossa		Areia Fina/ Areia Grossa		Silte/ Argila	Classificação		Arg. Nat.
				%						Argila	Textural		
PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO - textura média, álico													
0 - 20	19	2	53	26	2,04	0,10	ba					12,0	
20 - 50	29	1	50	20	2,50	0,03	bra					22,0	
50 - 100	29	1	52	18	2,89	0,03	bra					22,0	
100 - 150	27	2	54	17	3,18	0,07	bra					15,0	
150 - 200	26	1	54	19	2,84	0,03	bra					15,0	
200 - 250	26	1	54	19	2,84	0,03	bra					2,0	
250 - 300	39	1	45	15	3,00	0,02	ra					4,0	
300 - 350	40	1	42	17	2,47	0,02	ra					0,0	
350 - 400	40	1	44	15	2,93	0,02	ra					0,0	
400 - 450	32	2	49	17	2,88	0,06	bra					0,0	
450 - 500	31	1	53	15	3,53	0,03	bra					0,0	
500 - 550	31	1	51	17	3,00	0,03	bra					0,0	
550 - 600	31	1	53	15	3,52	0,03	bra					0,0	
600 - 630	26	1	52	21	2,48	0,03	bra					19,0	
630 - 670	30	1	52	17	3,06	0,03	bra					0,0	
670 - 740	31	3	51	15	3,40	0,09	bra					0,0	
740 - 850	31	3	50	16	3,12	0,09	bra					0,0	

(*) - ba: franco arenoso
ra: argila arenosa
bra: franco argilo arenoso

- continua -

QUADRO 5 - Continuação .

Prof. (cm)	Argila	Silte	Areia Fina %	Areia Grossa	Areia Fina/ Areia Grossa	Silte/ Argila	Classificação Textural (*)	Arg. Nat.
PERFIL 2 - TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA, eutrófica								
0 - 10	67	8	19	6	3,17	0,11	rp	45,0
10 - 37	65	7	21	7	3,00	0,10	rp	2,0
37 - 107	60	7	26	7	3,71	0,11	rp	0,0
107 - 187	64	8	22	6	3,67	0,12	rp	0,0
187 - 197	59	11	24	6	4,00	0,18	r	0,0
197 - 287	57	15	22	6	3,67	0,26	r	0,0
287 - 337	59	11	25	5	5,00	0,18	r	0,0
337 - 367	57	15	22	6	3,67	0,26	r	0,0
385 - 435	60	20	16	4	4,00	0,33	rp	0,0
435 - 485	47	28	22	3	7,33	0,59	r	0,0
485 - 585	42	30	23	5	4,60	0,71	r	0,0
585 - 635	27	33	33	7	4,71	1,22	br	0,0
635 - 700	35	35	26	4	6,50	1,00	br	0,0
700 - 785	30	33	27	10	2,70	1,10	br	0,0

(*) - r : argila
rp : argila pesada
br : franco argiloso

- continua -

QUADRO 5 - Continuação

Prof. (cm)	Argila		Silte	Areia Fina		Areia Grossa	Areia Fina/ Areia Grossa		Silte/ Argila	Classificação Textural (*)	Arg. Nat.
				%							
PERFIL 3 - TERRA ROXA ESTRUTURADA , eutrófica											
0 - 15	49	17	28		6	4,67	0,34	r	40,0		
15 - 50	59	15	21		5	4,20	0,25	r	45,0		
55 - 95	65	16	16		3	5,33	0,24	rp	7,0		
95 - 145	52	25	20		3	6,67	0,48	r	0,0		
145 - 180	44	28	24		4	6,00	0,63	r	0,0		
180 - 250	29	28	28		15	1,87	0,96	br	0,0		
250 - 320	27	32	30		11	2,73	1,18	br	0,0		
320 - 340	34	33	26		7	3,71	0,97	br	0,0		
340 - 365	15	29	30		26	1,15	1,93	ba	0,0		
PERFIL 4 - CAMBISSOLO DE DIABÁSIO , eutrófico											
0 - 19	44	18	25		13	1,92	0,40	r	31,0		
19 - 52	50	17	22		11	2,00	0,34	r	39,0		
52 +	44	15	20		21	0,95	0,34	r	35,0		

(*) - r : argila
rp : argila pesada
br : franco argiloso
ba : franco arenoso

- continua -

Prof. (cm)	Argila	Silte	Areia Fina %	Areia Grossa	Areia Fina/ Areia Grossa	Silte/ Argila	Classificação Textural (*)	Arg. Nat.
PERFIL 5 - BRUNIZEM AVERMELHADO								
0 - 18	37	17	27	19	1,42	0,45	ra	24,0
18 - 45	46	15	25	14	1,78	0,32	r	35,0
45 - 70	61	14	18	7	2,57	0,22	rp	47,0
70 - 100	44	27	25	4	6,25	0,61	r	35,0
100 - 150	35	26	34	5	6,80	0,74	bra	27,0
150 - 265	16	25	49	10	4,90	1,56	ba	14,0
265 - 350	15	26	47	12	3,92	1,73	ba	12,0
350 - 400	10	25	48	17	2,82	2,50	ba	10,0
400 - 450	11	24	38	27	1,41	2,18	ba	9,0
PERFIL 6 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, moderadamente drenada, eutrófica								
0 - 10	37	17	36	10	3,60	0,45	ra	32,0
10 - 40	50	14	28	8	3,50	0,28	r	41,0
40 - 100	64	11	19	6	3,17	0,17	rp	50,0
100 - 150	62	18	17	3	5,67	0,29	rp	42,0
150 - 200	36	25	32	7	4,57	0,69	br	27,0
200 - 250	25	26	36	13	2,77	1,04	bra	24,0
250 - 285	21	26	36	17	2,12	1,23	bra	21,0

(*) - r : argila
 rp : argila pesada
 ra : argila arenosa
 ba : franco arenoso
 bra : franco argilo arenoso

QUADRO 6 - Resultados químicos dos solos estudados

Prof.	pH		Δ pH	C	N	C/N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	CTC	V	100.Al ⁺⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ + S
	H ₂ O	KCl													
(cm)	e.mg / 100 g de solo														
PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO - textura média, álico															
0 - 20	5,2	4,0	-1,2	0,7	0,06	12,0	0,6	0,2	0,04	0,95	0,6	2,50	4,0	23,46	39
20 - 50	4,7	4,0	-0,7	0,4	0,04	11,7	0,3	0,1	0,03	0,47	1,1	2,50	4,1	11,55	70
50 - 100	4,9	4,0	-0,9	0,6	0,03	19,3	0,5	0,1	0,01	0,67	0,8	2,40	3,9	17,31	54
100 - 150	4,8	4,0	-0,8	0,3	*	*	0,4	0,1	0,01	0,49	0,8	2,10	3,4	14,45	62
150 - 200	4,7	4,0	-0,7	0,2	*	*	0,3	0,0	0,01	0,35	0,8	2,00	3,1	11,11	69
200 - 250	4,7	4,1	-0,6	0,2	*	*	0,2	0,0	0,01	0,30	0,6	1,40	2,3	13,04	67
250 - 300	5,0	4,4	-0,6	0,1	*	*	0,4	0,0	0,01	0,45	0,3	0,80	1,5	29,03	40
300 - 350	5,0	4,5	-0,5	0,1	*	*	0,5	0,0	0,01	0,55	0,1	0,90	1,5	35,48	15
350 - 400	4,7	4,4	-0,3	0,2	*	*	0,2	0,0	0,01	0,23	0,3	1,30	1,8	12,57	57
400 - 450	4,7	4,5	-0,2	0,1	*	*	0,2	0,0	0,01	0,30	0,1	1,00	1,4	21,43	25
450 - 500	4,8	4,7	-0,1	0,0	*	*	0,3	0,0	0,01	0,33	0,1	1,20	1,6	20,25	23
500 - 550	4,8	4,8	0,0	0,1	*	*	0,3	0,0	0,01	0,35	0,0	1,30	1,6	21,21	0
550 - 600	5,1	4,7	-0,4	0,0	*	*	0,2	0,0	0,01	0,25	0,0	1,30	1,5	16,13	0
600 - 630	4,8	4,1	-0,7	0,3	*	*	0,4	0,1	0,01	0,49	0,7	2,10	3,3	14,89	59
630 - 670	5,2	4,3	-0,9	0,2	*	*	0,1	0,1	0,02	0,33	0,4	1,20	1,4	17,10	51
670 - 740	5,0	4,4	-0,6	0,0	*	*	0,2	0,1	0,01	0,27	0,2	0,90	1,4	19,71	42
740 - 850	4,8	4,4	-0,4	0,1	*	*	0,1	0,1	0,01	0,26	0,2	0,90	1,4	19,12	43

* : análise não efetuada

- continua -

QUADRO 6 - Continuação

Prof. (cm)	pH Δ		C	N	C/N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	CTC		V	100.Al ⁺⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ + S
	H ₂ O	KCl	%	%					e. mg / 100 g de solo				%		
PERFIL 2 - TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA, eutrófica															
0 - 10	6,2	5,3	-0,9	1,0	0,03	34,7	3,2	0,9	0,33	4,46	0,0	2,00	6,5	69,04	0
10 - 37	6,5	5,9	-0,6	0,4	0,03	14,7	3,2	0,4	0,10	3,73	0,0	1,00	4,7	78,86	0
37 - 107	6,6	6,1	-0,5	0,4	0,04	9,0	2,5	0,4	0,03	2,89	0,0	0,60	3,5	82,81	0
107 - 187	6,7	6,5	-0,2	0,2	0,03	6,3	1,9	0,3	0,03	2,27	0,0	0,40	2,7	85,02	0
187 - 197	6,8	6,6	-0,2	0,1	0,02	5,5	1,9	0,6	0,05	2,57	0,0	0,20	2,6	92,78	0
197 - 287	6,5	6,5	0,0	0,1	*	*	1,7	0,5	0,03	2,24	0,1	0,20	2,5	88,19	4
287 - 337	6,7	6,6	-0,1	0,5	*	*	1,7	0,5	0,02	2,25	0,0	0,30	2,5	88,24	0
337 - 367	7,0	6,7	-0,3	0,1	*	*	1,9	0,6	0,03	2,53	0,0	0,10	2,6	96,20	0
385 - 435	6,2	5,1	-1,1	0,0	*	*	0,3	0,4	0,03	0,80	0,3	1,20	2,3	34,78	27
435 - 485	6,0	4,8	-1,2	0,1	*	*	0,1	0,2	0,02	0,41	0,3	1,80	2,5	16,33	42
485 - 585	5,5	4,4	-1,1	0,3	*	*	0,1	0,1	0,02	0,20	0,5	3,20	3,9	5,13	71
585 - 635	5,3	4,2	-1,1	0,1	*	*	0,1	0,1	0,04	0,27	2,7	2,60	5,6	4,85	91
635 - 700	5,4	4,3	-1,1	0,0	*	*	0,1	0,1	0,03	0,21	1,9	2,00	4,1	5,11	90
700 - 785	5,2	4,2	-1,0	0,1	*	*	0,1	0,1	0,04	0,24	2,7	3,20	6,1	3,91	92

* : análise não efetuada

- continua -

QUADRO 6 - Continuação

Prof.	pH Δ		C	N	C/N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	CTC	V	100.Al ⁺⁺⁺ <u>Al⁺⁺⁺ + S</u>	
	H ₂ O	KCl													
(cm)				e.mg / 100 g de solo											
PERFIL 3 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, eutrófica															
0 - 15	6,7	5,7	-1,0	1,6	0,00	*	5,5	1,3	0,32	7,10	0,0	2,00	9,1	78,02	0
15 - 50	6,8	5,9	-0,9	0,9	0,00	*	5,1	0,8	0,07	5,95	0,0	1,20	7,1	83,22	0
50 - 95	7,3	6,4	-0,9	0,6	0,00	*	4,0	0,5	0,04	4,58	0,2	0,20	5,0	91,97	4
95 - 145	7,5	6,5	-1,0	0,3	*	*	3,6	0,5	0,05	4,19	0,0	0,30	4,5	93,32	0
145 - 180	7,3	6,5	-0,8	0,2	*	*	3,6	0,6	0,11	4,29	0,0	0,40	4,7	91,47	0
180 - 250	7,2	6,2	-1,0	0,1	*	*	3,7	0,7	0,40	4,82	0,0	0,60	5,4	88,93	0
250 - 320	7,2	6,2	-1,0	0,2	*	*	4,1	0,9	0,39	5,42	0,0	0,30	5,7	94,76	0
320 - 340	7,2	5,4	-1,8	0,1	*	*	4,1	1,0	0,33	5,46	0,0	1,40	6,9	79,59	0
340 - 365	7,2	5,4	-1,8	0,1	*	*	8,2	2,4	0,50	11,15	0,0	1,40	12,5	88,84	0
PERFIL 4 - CAMBISSOLO DE DIABÁSIO, eutrófico															
0 - 19	6,5	5,3	-1,2	2,1	0,25	8,9	11,7	1,9	0,43	14,08	0,0	3,60	17,7	79,64	0
19 - 52	7,0	5,4	-1,6	0,7	0,08	9,0	10,0	1,7	0,20	11,86	0,0	1,80	13,7	86,82	0
52 +	7,0	5,6	-1,4	0,5	*	*	9,2	1,7	0,17	11,10	0,0	1,20	12,3	90,24	0

* : análise não efetuada

- continua -

QUADRO 6 - Continuação

Prof.	pH		C	N	C/N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	CTC	V	100.Al ⁺⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ + S	
	H ₂ O	KCl													
(cm)	e.mg / 100 g de solo														
PERFIL 5 - BRUNIZEM AVERMELHADO															
0 - 18	6,2	5,2	-1,0	2,2	0,23	9,4	10,5	1,9	0,42	12,48	0,1	3,60	16,5	77,63	8
18 - 45	6,3	5,0	-1,3	0,9	0,09	10,1	7,7	1,8	0,16	9,67	0,0	2,90	12,6	76,93	0
45 - 70	6,4	5,1	-1,3	0,5	0,09	6,0	7,7	2,1	0,11	9,96	0,0	2,10	12,1	82,59	0
70 - 100	6,5	4,9	-1,6	0,3	*	*	9,7	3,2	0,10	13,05	0,1	1,80	14,9	87,29	1
100 - 150	6,5	4,8	-1,7	0,1	*	*	16,3	5,6	0,09	21,94	0,0	2,00	23,9	91,65	0
150 - 265	6,4	4,4	-2,0	0,1	*	*	17,0	5,8	0,07	22,87	0,3	2,40	25,6	89,44	1
265 - 350	6,2	4,4	-1,8	0,0	*	*	17,0	5,8	0,05	22,85	0,2	2,40	25,4	89,78	1
350 - 400	6,4	4,0	-2,4	0,0	*	*	17,5	5,6	0,05	23,15	0,4	1,20	24,7	93,54	1
400 - 450	6,6	4,2	-2,4	0,1	*	*	16,5	4,9	0,05	21,45	0,2	1,10	22,7	94,29	1
PERFIL 6 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, moderadamente drenada, eutrófica															
0 - 10	6,1	5,1	-1,0	2,5	0,25	9,9	9,7	2,2	0,18	12,13	0,0	4,50	16,6	72,94	0
10 - 40	6,4	5,2	-1,2	1,3	0,13	10,2	8,9	1,4	0,08	9,73	0,0	2,80	12,5	77,65	0
40 - 100	6,4	5,5	-0,9	0,7	0,06	11,7	5,5	1,4	0,05	6,95	0,0	2,10	9,0	76,80	0
100 - 150	6,5	5,3	-1,2	0,4	*	*	6,2	2,0	0,05	8,30	0,0	2,00	10,3	80,58	0
150 - 200	6,3	4,5	-1,8	0,3	*	*	8,7	4,2	0,08	13,03	0,2	2,70	15,9	81,80	1
200 - 250	6,3	4,3	-2,0	0,1	*	*	11,5	6,6	0,05	18,15	0,2	2,80	21,1	85,82	1
250 - 285	6,4	4,4	-2,0	0,1	*	*	11,2	6,5	0,05	17,80	0,2	2,70	20,7	85,99	1

* : análise não efetuada

10. APÊNDICE 3.

Resultados físicos e
químicos das superfí
cies fisiográficas.

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
S U P E R F Í C I E I (profundidade 60-80 cm)										
pH H ₂ O	5,00	5,10	4,90	5,10	5,20	5,30	5,10	0,020	0,058	0,141
pH KCl	4,20	4,60	4,10	4,30	4,40	4,60	4,37	0,043	0,084	0,207
Δ pH	-0,80	-0,50	-0,80	-0,80	-0,80	-0,70	-0,73	0,015	0,049	0,121
C ++	0,60	0,70	0,90	1,20	0,80	1,00	0,87	0,047	0,088	0,216
Ca ++ (e.mg/100g)	1,20	2,60	0,40	1,80	2,10	2,60	1,78	0,738	0,351	0,859
Mg ++ (e.mg/100g)	0,10	0,20	0,10	0,20	0,20	0,40	0,20	0,012	0,045	0,110
K + (e.mg/100g)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,000	0,003	0,008
Na ++ (e.mg/100g)	0,07	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,000	0,004	0,010
Al ++ (e.mg/100g)	0,70	0,30	1,10	0,70	0,30	0,30	0,57	0,107	0,133	0,327
H + (e.mg/100g)	2,90	2,70	3,90	6,40	4,20	4,20	4,05	1,747	0,540	1,322
Soma de Bases (e.mg/100g)	1,39	2,87	0,55	2,06	2,36	3,08	2,05	0,903	0,388	0,950
CTC (e.mg/100g)	4,99	5,87	5,55	9,16	6,86	7,58	6,67	2,356	0,627	1,535
Matéria Orgânica %	1,03	1,21	1,55	2,07	1,38	1,72	1,49	0,139	0,152	0,372
Saturação de Bases %	27,86	48,89	9,91	22,49	34,40	40,63	30,70	190,217	5,631	13,792
Argila %	30,00	31,00	32,00	36,00	37,00	42,00	34,67	20,667	1,856	4,546
Areia Grossa %	21,00	26,00	25,00	26,00	23,00	15,00	22,67	17,867	1,726	4,227
Areia Fina %	48,00	42,00	40,00	34,00	36,00	38,00	39,67	24,667	2,028	4,967
Silte %	1,00	1,00	3,00	4,00	4,00	5,00	3,00	2,800	0,683	1,673
Areia Fina/Areia Grossa	2,29	1,62	1,60	1,31	1,57	2,53	1,82	0,229	0,195	0,478
Silte/Argila	0,03	0,03	0,09	0,11	0,11	0,12	0,08	0,002	0,016	0,040
CTC/100g de argila*	16,63	18,94	17,34	25,44	18,54	18,05	19,16	10,170	1,302	3,189

* sem correção para Carbono.

QUADRO 8 - Resultados das Análises das Superfícies Fislográficas

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
S U P E R F Í C I E II (profundidade 60-80 cm)										
pH	5,60	5,40	5,40	5,60	5,40	5,70	5,52	0,018	0,054	0,133
H ₂ O										
pH	5,10	5,00	5,10	5,20	4,70	5,30	5,07	0,043	0,084	0,207
KCl	-0,50	-0,40	-0,30	-0,40	-0,70	-0,40	-0,45	0,019	0,056	0,138
pH	0,90	0,80	0,60	0,80	1,20	0,80	0,85	0,039	0,081	0,197
Δ										
Ca ⁺⁺	2,90	2,90	2,20	2,60	1,30	2,60	2,42	0,366	0,247	0,605
Mg ⁺⁺	0,70	0,50	0,70	0,80	0,90	0,60	0,60	0,032	0,073	0,179
K ⁺	0,17	0,04	0,21	0,17	0,95	0,25	0,30	0,107	0,133	0,327
Na ⁺	0,03	0,03	0,10	0,07	0,07	0,05	0,06	0,001	0,011	0,027
Al ⁺⁺⁺	0,20	0,10	0,20	0,10	1,60	0,10	0,38	0,383	0,244	0,598
H ⁺	2,00	2,40	2,10	2,00	1,80	2,80	2,22	0,122	0,142	0,349
Soma de Bases	3,80	3,47	3,21	3,64	2,62	3,50	3,37	0,175	0,171	0,418
CTC	6,00	5,97	5,51	5,94	6,02	6,40	5,97	0,080	0,116	0,283
Matéria Orgânica %	1,55	1,38	1,03	1,38	2,07	1,38	1,46	0,116	0,139	0,340
Saturação de Bases %	63,33	58,12	58,26	61,28	43,52	54,53	56,53	49,396	2,869	7,028
Argila %	65,00	60,00	66,00	64,00	56,00	67,00	63,00	17,600	1,713	4,195
Areia Grossa %	8,00	8,00	6,00	7,00	8,00	6,00	7,17	0,967	0,401	0,983
Areia Fina %	20,00	26,00	19,00	21,00	25,00	19,00	21,67	9,467	1,256	3,077
Silte %	7,00	6,00	9,00	8,00	11,00	8,00	8,17	2,967	0,703	1,722
Areia Fina/Areia Grossa	2,50	3,25	3,17	3,00	3,13	3,17	3,03	0,075	0,112	0,274
Silte/Argila	0,11	0,10	0,14	0,13	0,20	0,12	0,13	0,001	0,014	0,035
CTC/100g de argila*	9,23	9,95	8,35	9,28	10,75	9,55	9,52	0,642	0,327	0,801

* sem correção para Carbono

QUADRO 9 - Resultados das Análises das Superfícies Fisiográficas

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
	S U P E R F Í C I E III (profundidade 80-60cm)									
pH	5,90	5,40	5,70	5,70	6,30	5,80	5,80	0,088	0,121	0,297
H ₂ O										
pH KCl	5,50	5,20	5,60	5,50	5,70	5,40	5,48	0,030	0,070	0,172
pH Δ	-0,40	-0,20	-0,10	-0,20	-0,60	-0,40	-0,32	0,034	0,075	0,138
C ++	0,70	0,80	0,70	0,70	0,90	0,60	0,73	0,011	0,042	0,103
Ca ++	3,50	3,00	3,20	3,30	5,20	2,90	3,52	0,726	0,348	0,582
Mg ++	0,60	0,40	0,50	0,50	0,70	0,50	0,53	0,011	0,042	0,103
K ++	0,05	0,05	0,05	0,07	0,09	0,04	0,06	0,000	0,007	0,018
Na ++	0,10	0,10	0,08	0,07	0,07	0,10	0,09	0,000	0,006	0,015
Al +++	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	0,17	0,003	0,021	0,052
H +	2,40	2,10	3,00	1,90	1,60	2,20	2,03	0,075	0,112	0,273
Soma de Bases	4,25	3,55	3,83	3,94	6,06	3,54	4,19	0,905	0,388	0,951
CTC	6,85	5,85	5,93	6,04	7,76	5,94	6,39	0,583	0,312	0,764
Matéria Orgânica %	1,21	1,38	1,21	1,21	1,55	1,03	1,26	0,032	0,073	0,178
Saturação de Bases %	62,04	60,68	64,59	65,23	78,09	59,60	65,04	45,642	2,758	6,756
Argila %	64,00	61,00	55,00	56,00	50,00	59,00	57,50	24,300	2,012	4,930
Areia Grossa %	5,00	5,00	4,00	4,00	6,00	4,00	4,67	0,667	0,333	0,816
Areia Fina %	18,00	23,00	29,00	27,00	32,00	25,00	25,67	23,867	1,994	4,885
Silte %	13,00	11,00	12,00	13,00	12,00	12,00	12,17	0,567	0,307	0,753
Areia Fina/Areia Grossa	3,60	4,60	7,25	6,75	5,33	6,25	5,63	1,907	0,564	1,381
Silte/Argila	0,20	0,18	0,22	0,23	0,24	0,20	0,21	0,000	0,009	0,022
CTC/100g de argila*	10,70	9,59	10,78	10,79	15,52	10,07	11,24	4,624	0,878	2,150

* sem correção para Carbono

QUADRO 10 - Resultados das Análises das Superfícies Fisiográficas

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
	S U P E R F Í C I E V (Profundidade 60-80 cm)									
pH	6,20	6,10	6,30	6,50	6,10	6,40	6,27	0,027	0,067	0,163
H ₂ O										
pH	5,30	5,20	5,30	5,30	5,20	5,30	5,27	0,003	0,021	0,052
KCl	-0,90	-0,90	-1,00	-1,20	-0,90	-1,10	-1,00	0,016	0,052	0,126
pH	2,40	2,30	1,00	1,00	1,40	1,00	1,52	0,442	0,271	0,665
%										
C ⁺⁺	20,60	13,80	8,90	12,00	10,00	9,50	12,47	19,151	1,787	4,376
Ca ⁺⁺	1,80	1,60	1,50	2,10	1,60	1,20	1,63	0,091	0,123	0,301
Mg ⁺⁺	0,38	0,44	0,28	0,29	0,28	0,29	0,33	0,005	0,028	0,067
K ⁺⁺	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,000	0,003	0,008
Na ⁺⁺	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,10	0,17	0,007	0,033	0,082
Al ⁺⁺⁺	2,80	3,40	2,50	1,50	2,60	1,90	2,45	0,451	0,274	0,672
H ⁺	22,86	15,91	10,74	14,46	11,94	11,05	14,49	20,895	1,866	4,571
Soma de Bases	25,76	19,51	13,34	16,16	14,84	13,05	17,11	23,467	1,978	4,844
CTC	4,14	3,97	1,72	1,72	2,41	1,72	2,61	1,313	0,468	1,146
Matéria Orgânica %	88,74	81,55	80,51	89,48	80,46	84,67	84,23	16,676	1,667	4,084
Saturação de Bases %	41,00	39,00	40,00	45,00	42,00	42,00	41,50	4,300	0,847	2,074
Argila	13,00	12,00	29,00	13,00	19,00	20,00	17,67	42,267	2,654	6,501
Areia Grossa	31,00	32,00	17,00	27,00	24,00	25,00	26,00	29,600	2,221	5,441
Areia Fina	15,00	17,00	14,00	15,00	15,00	13,00	14,83	1,767	0,543	1,329
Silte	2,38	2,67	0,59	2,08	1,26	1,25	1,70	0,636	0,326	0,797
Areia Fina/Areia Grossa	0,37	0,44	0,35	0,33	0,36	0,31	0,36	0,002	0,017	0,043
Silte/Argila	62,83	50,03	33,35	35,91	35,33	31,07	41,42	154,405	5,073	12,426
CTC/100 g de argila*										

* sem correção para Carbono

QUADRO 11 - Resultados das Análises das Superfícies Fisiográficas

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
	S U P E R F Í C I E VI (Profundidade 60-80 cm)									
pH	6,40	6,30	6,30	6,20	6,10	6,20	6,25	0,011	0,043	0,105
H ₂ O										
pH	5,40	5,20	5,20	5,20	5,00	5,00	5,17	0,023	0,061	0,151
KCl	-1,00	-1,10	-1,10	-1,00	-1,10	-1,20	-1,08	0,006	0,031	0,075
pH Δ										
C ⁺⁺	0,80	1,00	0,80	0,90	1,00	0,90	0,90	0,008	0,037	0,089
Ca ⁺⁺	8,80	8,00	9,60	7,80	10,00	9,80	9,00	0,896	0,386	0,947
Mg ⁺⁺	1,50	1,80	1,70	1,10	1,90	2,20	1,70	0,140	0,153	0,374
K ⁺	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,08	0,08	0,000	0,006	0,015
Na ⁺⁺	0,08	0,09	0,08	0,07	0,11	0,10	0,09	0,000	0,006	0,015
Al ⁺⁺⁺	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	0,20	0,17	0,003	0,021	0,052
H ⁺	1,70	2,50	2,10	2,30	2,60	1,60	2,13	0,171	0,169	0,413
Soma de Bases	10,45	9,96	11,45	9,05	12,12	12,18	10,87	1,586	0,514	1,260
CTC	12,35	12,56	13,75	11,45	14,92	13,98	13,17	1,612	0,518	1,269
Matéria Orgânica %	1,38	1,72	1,38	1,55	1,72	1,55	1,55	0,024	0,063	0,154
Saturação de Bases %	84,62	79,30	83,27	79,04	81,23	87,12	82,43	10,051	1,294	3,170
Argila %	59,00	65,00	60,00	44,00	59,00	56,00	57,17	50,167	2,892	7,083
Areia Grossa %	6,00	5,00	4,00	17,00	5,00	4,00	6,83	25,367	2,056	5,037
Areia Fina %	25,00	19,00	19,00	28,00	21,00	21,00	22,17	12,967	1,470	3,601
Silte %	10,00	11,00	17,00	11,00	15,00	19,00	13,00	13,767	1,515	3,710
Areia Fina/Areia Grossa %	4,17	3,80	4,75	1,65	4,20	5,25	3,97	1,553	0,509	1,246
Silte/Argila %	0,17	0,17	0,28	0,25	0,25	0,34	0,24	0,004	0,027	0,066
CTC/100 g de argila*	20,93	19,32	22,92	26,02	25,29	24,96	23,24	7,137	1,091	2,671

* sem correção para Carbono

QUADRO 12 - Resultados das Análises das Superfícies Fisiográficas

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
	S U P E R F Í C I E I V - Ravina-O ** (Profundidade 20-40 cm)									
pH	5,90	5,90	6,20	6,00	5,70	6,10	5,97	0,031	0,071	0,175
H ₂ O										
pH	5,30	5,30	5,30	4,90	5,20	5,20	5,20	0,024	0,063	0,155
KCl	-0,60	-0,60	-0,90	-1,10	-0,50	-0,90	-0,77	0,055	0,095	0,234
pH	1,90	1,70	1,90	1,70	2,00	1,30	1,75	0,063	0,102	0,251
%										
Ca ⁺⁺	9,00	13,00	14,10	13,30	16,10	11,30	12,80	5,912	0,993	2,431
Mg ⁺⁺	0,90	2,10	1,90	2,20	1,70	1,20	1,67	0,267	0,211	0,516
K ⁺	0,11	1,32	0,70	0,48	0,61	0,11	0,55	0,202	0,184	0,450
Na ⁺⁺⁺	0,07	0,08	0,11	0,07	0,07	0,09	0,08	0,000	0,006	0,015
Al ⁺	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,10	0,17	0,007	0,033	0,082
H ⁺	3,30	3,10	3,70	3,80	4,20	2,50	3,43	0,359	0,244	0,599
Soma de Bases	10,08	16,50	16,78	16,09	18,48	12,70	15,10	9,629	1,267	3,103
CTC	13,48	19,80	20,58	20,09	22,98	15,30	18,70	12,761	1,458	3,572
Matéria Orgânica %	3,28	2,93	3,28	2,93	3,45	2,24	3,02	0,187	0,177	0,433
Saturação de Bases %	74,78	83,33	81,54	80,09	80,42	83,01	80,53	9,660	1,269	3,108
Argila	46,00	39,00	39,00	34,00	36,00	49,00	40,50	33,900	2,377	5,822
Areia Grossa	8,00	15,00	13,00	20,00	20,00	10,00	14,33	25,067	2,044	5,007
Areia Fina	26,00	26,00	27,00	29,00	26,00	24,00	26,33	2,667	0,667	1,633
Silte	20,00	20,00	21,00	17,00	18,00	17,00	18,83	2,967	0,703	1,722
Areia Fina/Areia Grossa	3,25	1,73	2,08	1,45	1,30	2,40	2,03	0,517	0,294	0,719
Silte / Argila	0,43	0,51	0,54	0,50	0,50	0,35	0,47	0,005	0,029	0,070
CTC/100 g de argila*	29,30	50,77	52,77	59,09	63,83	31,22	47,83	206,966	5,873	14,386

* sem correção para Carbono
 **Ravina ombro (parte superior)

QUADRO 13 - Resultados das Análises das Superfícies Fisiográficas

Propriedades do Solo	A M O S T R A S						MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	01	02	03	04	05	06				
	S U P E R F Í C I E I V - Ravina-B** (Profundidade 60-80 cm)									
pH H ₂ O	6,00	5,90	5,70	5,70	5,80	5,10	5,70	0,100	0,129	0,316
pH KCl	5,30	5,10	4,90	5,10	4,80	4,10	4,88	0,178	0,172	0,422
pH Δ	-0,70	-0,80	-0,80	-0,60	-1,00	-1,00	-0,82	0,026	0,065	0,160
C ++	1,40	0,70	1,10	1,10	0,40	0,70	0,95	0,171	0,169	0,414
Ca ++	8,70	8,30	7,30	8,30	8,30	6,60	7,92	0,634	0,325	0,796
Mg ++	1,20	1,00	1,20	1,50	3,10	3,10	1,85	0,963	0,401	0,981
K +	0,13	0,11	0,07	0,07	0,26	0,09	0,12	0,005	0,029	0,072
Na +++	0,07	0,08	0,07	0,10	0,15	0,18	0,11	0,002	0,019	0,046
Al +	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,06	0,20	0,040	0,082	0,200
H	3,00	4,10	2,40	3,40	3,10	4,00	3,33	0,415	0,263	0,644
Soma de Bases	10,10	9,49	8,64	11,81	9,97	9,97	10,00	1,080	0,424	1,039
CIC	13,20	13,69	11,24	13,47	15,01	14,57	13,53	1,731	0,537	1,316
Matéria Orgânica %	2,41	1,21	1,90	2,41	0,69	1,21	1,64	0,508	0,291	0,713
Saturação de Bases%	76,52	69,32	76,87	74,02	78,68	68,43	73,97	17,880	1,726	4,228
Argila %	52,00	56,00	49,00	39,00	61,00	59,00	52,67	64,267	3,273	8,017
Areia Grossa %	9,00	9,00	10,00	12,00	6,00	8,00	9,00	4,000	0,816	2,000
Areia Fina %	24,00	22,00	28,00	37,00	20,00	23,00	25,67	37,867	2,512	6,154
Silte %	15,00	13,00	13,00	12,00	13,00	10,00	12,67	2,667	0,667	1,633
Areia Fina/Areia Grossa	2,67	2,44	2,80	3,08	3,33	2,88	2,87	0,098	0,127	0,312
Silte/Argila	0,29	0,23	0,27	0,31	0,21	0,17	0,25	0,003	0,021	0,051
CIC/100 g de argila*	25,38	24,45	22,94	34,54	24,61	24,69	26,10	17,730	1,719	4,211

* sem correção para Carbono

**Ravina parte baixa (inferior)

QUADRO 14 - Resultados das Análises das Superfícies Fisiográficas

Propriedades do Solo	MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA	DESVIO PADRÃO
<u>SUPERFÍCIE IV - Ravina-O + Ravina-B** (Profundidade 20-40 e 60-80 cm)</u>				
<u>número de amostras: 12</u>				
pH H ₂ O	5,83	0,079	0,081	0,281
pH KCl	5,04	0,119	0,100	0,345
pH	-0,79	0,037	0,056	0,139
C %	1,35	0,281	0,153	0,530
Ca ⁺⁺ (e.mg/100g)	10,36	9,479	0,889	3,079
Mg ⁺⁺ (e.mg/100g)	1,76	0,568	0,218	0,754
K ⁺ (e.mg/100g)	0,34	0,145	0,110	0,381
Na ⁺ (e.mg/100g)	0,10	0,001	0,010	0,035
Al ⁺⁺⁺ (e.mg/100g)	0,18	0,022	0,042	0,147
H ⁺ (e.mg/100g)	3,38	0,354	0,172	0,595
Soma de Bases (e.mg/100g)	12,55	11,985	0,999	3,462
CTC (e.mg/100g)	16,12	13,891	1,076	3,727
Matéria Orgânica %	2,33	0,835	0,264	0,914
Saturação de Bases %	77,25	24,237	1,421	4,923
Argila %	46,58	84,992	2,661	9,219
Areia Grossa %	11,67	20,970	1,322	4,579
Areia Fina %	26,00	18,545	1,243	4,306
Silte %	15,75	12,932	1,038	3,596
Areia Fina/Areia Grossa	2,45	0,468	0,198	0,684
Silte/Argila	0,36	0,017	0,038	0,132
CTC/ 100 g de argila*	36,97	230,913	4,387	15,196

* sem correção para Carbono

** Ravina ombro e baixa (parte superior e inferior)

11. APÊNDICE 4

Micromorfologia

Descrição resumida das
lâminas

Micromorfologia - descrição resumida das lâminas

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO , textura média, álico				
Ap *	undúllica a mosépica	granular	macrovazios de empacotamento com posto	glêbulas tipo nódulos e concreções
Ap **	idêntica à anterior			
A ₃ *	idêntica à anterior			
A ₃ **				
Bsq ₂ *	undúllica	aglomeroplásmica a porfiroscuêlica	idem	glêbulas tipo nódulos, e concreções ; cutans de difusão , poucos; meta "skew planes", muitos; "paulas", poucas.
Bsq ₂ **	idêntica à anterior			
Bsq ₁₁ *	undúllica	aglomeroplásmica	idem	idem
Bsq ₁₁ **	idêntica à anterior			

* corte horizontal

** corte vertical

continua...

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 2 - TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA, eutrófica				
Ap *	undúllica, insépica	aglomeroplásmica a porfirosquelica	macro vazios de empacotamento com posto; fissuras ortorras	glébulas tipo, nódulos e concreções; argilans, poucos; cutans de difusão, poucos; meta "skew plásmas", poucos.
Ap **	idêntica à anterior			
Bt ₁ *	undúllica, insépica a vo-mosépica	porfirosquelica	idem	glébulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos; cutans de difusão, muitos; "páculas", poucas; meta "skew plásmas", muitos
Bt ₁ **	idêntica à anterior			
Bsq ₁ *	insépica a mosépica	porfirosquelica	idem	idem
Bsq ₁ **	idêntica à anterior			
Bt ₂ *	insépica a vo-mosépica	idem	idem	idem
Bt ₂ **	idêntica à anterior			
Bsq ₂ *	insépica a mosépica	idem	idem	idem
Bsq ₂ **	idêntica à anterior			

* corte horizontal

** corte vertical

continua...

Micromorfologia - continuação

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 2 - continuação				
IIBt ₅ *	insépica a vo-mosé- pica	aglomeroplásmica a porfirosquéllica	macro vazios de empacota- mento com- posto; fis- suras orto	glêbulas tipo nódu- los e concreções; cu- tans de difusão, mul- tos; argilans poucos meta "skew planes", muitos.
IIBt ₅ **	insépica	idem	idem	idem
IIC ₁ *	insépica a mosépica	aglomeroplásmica	idem	idem
IIC ₁ **	idem	aglomeroplásmica a porfirosquéllica	idem	idem

* corte horizontal

** corte vertical

continua ...

Micromorfologia - continuação

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 3 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, eutrófica				
Ap *	insépica	aglomeroplásmica	orto de empacotamento simples fis- suras, orto- cos	glêbulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos; metapulas "skew planes", poucos
Ap **	idêntica à anterior			
Bt ₁ *	insépica grande domínio asépica	porfirosquéllica	idem	glêbulas tipo nódulos e concreções; argilans, muitos; metapulas "skew planes", muitos.
Bt ₁ **	idêntica à anterior			
IIBt ₃	idêntica à anterior			

* corte horizontal

** corte vertical

continua ...

Micromorfologia - continuação

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 4 - CAMBÍSSOLO DE DIABÁSIO, eutrófico				
Ap *	insépica	aglomeroplásmica a porfirosquelica	orto de empacotamento simples	glébulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos
Ap **	insépica a mosépica	idem	idem	idem
Bt ₁ *	assépica fracamente insépica	porfirosquelica	idem	glébulas tipo nódulos e concreções; argilans, muitos; "paulas", poucas
Bt ₁ **	idêntica à anterior			
C *	assépica fracamente insépica	aglomeroplásmica porfirosquelica	idem	glébulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos; fragmentos de rocha mostrando estrutura orgânica
C **	idêntica à anterior			

* corte horizontal

** corte vertical

continua ...

Micromorfologia - continuação

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 5 - BRUNIZEM AVERMELHADO				
Ap *	insépica	aglomeroplásmica	orto de empacotamento sim-ples	glêbulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos.
Ap **	idêntica à anterior			
Bt. ₂ *	insépica a mosépica	porfirosquelica	orto de empacotamento sim-ples; muitas fissuras	glêbulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos; "papulas", muitas; argilans associados aos vazios; presença de "escamões"
Bt. ₂ **	idêntica à anterior			
Bt. _{4g} *	insépica a mosépica	idem	idem	idem
Bt. _{4g} **	idêntica à anterior			

* corte horizontal

** corte vertical

continua ...

Micromorfologia - continuação

Horizonte	Estrutura Plásmica	Estrutura de Base	Vazios	Feições Pedológicas
PERFIL 6 - TERRA ROXA ESTRUTURADA, moderadamente drenada, eutrófica				
Ap *	insépica	aglomeroplásmica	orto de empacotamento simples	glêbulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos.
Ap **	idêntica à anterior			
Bt ₂ *	insépica a vosépica	porfirosquélica	orto de empacotamento simples; muitas fissuras	glêbulas tipo nódulos e concreções; argilans, poucos; "paulas", poucas; presença de "escamações".
Bt ₂ **	idêntica à anterior			
IIBt _{3g} *	insépica a vosépica	idem	idem	idem
IIBt _{3g} **	idêntica à anterior			

* corte horizontal

** corte vertical