RELAÇÕES ENTRE OS SOLOS E ELEMENTOS DA
PAISAGEM NA ZONA DO BAIXO RIO DO PEIXE
(REGIÃO CONCHAS-ANHEMBI, S.P.)

CARLOS ROBERTO ESPINDOLA

Orientador: GERALDO VICTORINO DE FRANÇA

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura «Luiz de Queiroz», da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Solos e Nutrição de
Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo — Brasil

Novembro, 1977

À memória de
TANCREDO ESPINDOLA FILHO,
meu pai e incentivador

Para
CLARA, RODRIGO, CAROLINA e FILIFE,
que compensam qualquer esforço

Ao amigo
JOSÉ PEREIRA DE QUEIROZ NETO,
a quem devoto particular admiração e estima.

A G R A D E C I M E N T O S

Diversas são as pessoas e instituições que, de uma forma ou de outra, prestaram seu inestimável apoio no desenvolvimento dessa pesquisa, aos quais o autor consigna seus agradecimentos.

Ao Orientador, Dr. Geraldo Victorino de França, a quem muito devo em minha formação científica, pelo apoio amigo e confiança em mim depositada.

Ao Dr. Gilberto José Garcia, junto a quem tive a honra de iniciar parte do presente trabalho.

Ao Dr. Hércio Rocha Galhego, companheiro incansável e constante no decorrer das análises de laboratório e da elaboração dessa Dissertação.

Ao Dr. José Pereira de Queiroz Neto, pelas sugestões oferecidas e também por uma grande parcela de minha formação na docência e pesquisa.

À Dra. Wolmar Aparecida Carvalho, pelo auxílio na execução da triangulação radial.

À equipe de pesquisadores e técnicos da Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (ORSTOM) - França, pelos magníficos momentos passados nessa Instituição de alto gabarito internacional, onde cinco meses podem representar muitos anos na vida profissional de um pesquisador. Agradecimentos particulares aos Drs. I. Segalen, B. Dabin, M. Lamouroux, M. Pinta, com quem tivemos maior contato, e aos técnicos G. Fusil, M. Koukoui, D. Rambaud, pela gentileza, dedicação e solicitude dispensadas, no auxílio das determinações mineralógicas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela possibilidade de estágio na ORSTOM, onde, além da execução do plano de pesquisa a ela proposto, pude desenvolver paralelamente as análises mineralógicas do pre

sente trabalho.

Aos Drs. Antonio Evaldo Klar, pelo auxílio no resumo em Inglês, e Bário Raimundo Cirne, pelas sugestões com relação à parte gráfica.

Ao Sr. Francisco Martins Filho, pela solicitude e presteza na datilografia do trabalho.

Aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

Í N D I C E

	Página
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DA LITERATURA	5
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1. Descrição do meio físico	22
4.1.1. Região de estudo	22
4.1.2. Clima	22
4.1.3. Geologia	23
4.1.4. Solos e relevo	23
4.1.5. Vegetação	28
4.2. Estudo das redes de drenagem.	28
4.3. Estudo dos solos e das alterações	30
4.3.1. Amostragem e preparo do material para a- nálise	30
4.3.2. Análise granulométrica	32
4.3.3. Análise química do solo	32
4.3.4. Análises mineralógicas	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1. Análises morfológicas, granulométricas e quími- cas	35

5.1.1. Descrições morfológicas	35
5.1.2. Análises granulométricas e químicas dos perfis	40
5.1.3. Comentários sobre os resultados morfoló- gicos, físicos e químicos.	43
5.2. Análises mineralógicas	49
5.2.1. Difração de raios X e análise térmica di- ferencial	49
5.2.2. Microscopia eletrônica	62
5.2.3. Confronto entre os resultados mineralógi- cos	62
5.3. Análise da rede de drenagem e da evolução do re- levo	71
5.4. Quadro analítico da evolução da paisagem	87
6. CONCLUSÕES	94
7. SUMMARY	97
8. LITERATURA CITADA	99

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELA		Página
1	- Resultados das análises granulométricas dos perfis	41
2	- Resultados das análises químicas dos perfis. .	42
3	- Valores de densidade de drenagem (Dd) e frequência de rios (Fr), por repetição	84
4	- Análise de variância e teste de Tukey.	84
FIGURA		
1	- Mapa geológico simplificado do centro-leste do Estado de São Paulo (SOARES, 1975).	24
2	- Perfil geológico, Rodovia Marechal Rondon (SP) Grupo São Bento, seção-tipo da Formação Pirambóia (SOARES, 1975).	25
3	- Esquema de localização da região, apresentando as três áreas estudadas	27
4	- Folha topográfica de uma parcela da região de estudo (FUNDAÇÃO IBGE, 1970).	29
5	- Difrátogramas de amostras da área A (JUQUIRATI-BA).	51
6	- Termogramas de argilas dos perfis estudados. .	52
7	- Difrátogramas da rocha integral e da argila dela extraída (Perfil Liar/2).	55

FIGURA

viii.

Página

8	- Difratogramas de amostras da área B (PIRAM-BÓIA)	57
9	- Difratogramas de amostras da área C (ANHEM-BI).	59
10	- Micrografia eletrônica da argila extraída da rocha do perfil Liar/2.	63
11	- Micrografia eletrônica da argila da amostra PVA x Liar - B/C.	63
12	- Micrografia eletrônica da argila da amostra RLV/1 - B ₁	64
13	- Micrografia eletrônica da argila extraída da rocha do perfil Li/1	64
14	- Evolução das "cabeceiras de erosão" na área A - Decênio 1962/1972.	73
15	- Evolução das "cabeceiras de erosão" na área B - Decênio 1962/1972.	74
16	- Evolução das "cabeceiras de erosão" da área C - Decênio 1962/1972.	75
17	- Perfil topográfico esquemático, ao longo da rodovia de acesso a Anhembi, a partir da <u>Ma</u> rechal Rondon.	78
18	- Amostras circulares (10 km ²) da rede de <u>dre</u> nagem da área A (JUQUIRATIBA).	81
19	- Amostras circulares (10 km ²) da rede de <u>dre</u> nagem da área B (PIRAMBÓIA).	82

FIGURA

ix.
Página

20	-	Amostras circulares (10 km ²) da rede de drenagem da área C (ANHEMBI).	83
----	---	--	----

1. RESUMO

É estudada uma região situada entre os Municípios de Conchas e Anhembi, Estado de São Paulo, que revela a presença de três distintas áreas, com relação à distribuição dos solos e variações do relevo. Na área A (Juquiratiba) predomina o Litossolo - fase substrato arenito calcário, sob um relevo fortemente ondulado; na B (Pirambóia) ocorre o Regossolo "intergrade" para Latossolo Vermelho Amarelo (RLV), sob relevo suavemente ondulado, e na C (Anhembi) domina o Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras, sob relevo ondulado. Arenitos da Formação Pirambóia (Mesozóico) são os materiais que ocorrem por excelência, com presença secundária da Formação Estrada Nova (Paleozóico).

Com o intuito de estabelecer as relações entre os solos e a paisagem, procedeu-se ao estudo fotointerpretativo das redes de drenagem de cada área (A, B e C) e do grau de evolução dos perfis, por intermédio de descrições morfológicas, análises físicas e químicas de rotina e análises mineralógicas (difração de raios X, análise térmica diferencial e microscopia eletrônica).

Um alto grau de evolução foi verificado nos perfis da área B, em oposição aos Litossolos da área A, com ní-

vel intermediário de alteração para os Podzólicos, que dominam na área C, em função da profundidade, índice de saturação de bases, atividade do complexo trocável, tipos de argilas e mobilidade das frações finas. A montmorilonita predomina nos meios confinantes (Litossolos e outros solos pouco espessos), alterando-se para caulinita nos perfis mais evoluídos e bem drenados.

As 7 amostras circulares de 10 km², tomadas ao acaso, em cada área mostraram diferenças significativas entre as densidades de drenagem (Dd) e as frequências de rios (Fr) de cada uma, com os seguintes valores médios, respectivamente: A = 3,02 e 11,50; B = 1,62 e 4,10; C = 2,61 e 8,76, refletindo as distintas relações infiltração/deflúvio em cada uma delas e, portanto, diferentes resistências à erosão.

Ao lado dos processos erosivos atuais, observados ao longo das vertentes e nas planícies aluviais, tais mecanismos violentos ocorrentes em outros períodos, ao longo do Quaternário, foram os responsáveis pelo desmantelamento da superfície de erosão antiga aí instalada (Neogênica), propiciando a formação de solos jovens em vertentes (Litossolos e Podzólicos), correspondentes a uma superfície geomorfológica tentativamente datada no Pleistoceno Superior. Nas áreas onde o relevo não ofereceu condições para tais ocorrências, permaneceram solos antigos (RLV), possivelmente com contribuições de materiais velhos e pobres à montante, nas quais o cerrado, vegetação característica dessas formações arenosas espessas, é mantido, testemunhando climas mais secos ao longo do Quaternário; esta seria a outra superfície característica da região estudada, correlacionada ao Plio-Pleistoceno.

Os múltiplos aspectos analisados mostram que as diversidades verificadas são explicadas com base nas variações do material de origem, nas idades e posições topográficas dos perfis.

2. INTRODUÇÃO

A presença de diferentes formações superficiais, ou de distintas unidades de solos, dispostas em áreas contíguas, de litologia semelhante e em compartimentos topográficos distintos, tem levado o pesquisador a supor diferentes graus de alteração para os perfis correspondentes.

Entretanto, ao considerar tal hipótese como verdadeira, sua curiosidade científica não lhe permite deter-se apenas na sua comprovação. Uma vez que os perfis guardam, entre si, estreitas relações genéticas em diferentes unidades do relevo, ele se questiona a respeito do caráter dessas diversidades fisiográficas, na tentativa de reconstituir a história evolutiva da paisagem, que está associada, em suma, à própria gênese dos perfis.

Porém, a que grau diferentes unidades de solos poderiam corresponder a distintas "categorias de relevo"? A resposta para tal questão pode ser obtida, a uma larga extensão, por intermédio das características dos padrões de drenagem (sobretudo as quantitativas) de cada compartimento, de per si.

A partir de uma pesquisa inicial, apenas com o intuito precípuo de se estabelecer, por fotointerpretação, as peculiaridades das redes de drenagem em três áreas contíguas,

visando à distinção de distintas categorias de solos, foi que surgiu a idéia de realização do presente trabalho, dentro do espírito das indagações anteriormente apresentadas.

Tais áreas estão situadas numa região compreendida entre os Municípios de Anhembi e Conchas, SP, grosso modo numa faixa de terras entre os rios com essas mesmas denominações e entre o Tietê e a Rodovia Marechal Rondon, com amplo predomínio de materiais da Formação Pirambóia.

Por intermédio da caracterização da rede de drenagem, a fornecer informes sobre o relevo das áreas, ao lado do estudo do grau de evolução atingido pelos perfis de solos (descrições morfológicas, análises de rotina e análises mineralógicas), pretende-se, pois, estabelecer correlações entre a natureza dos solos e a sua distribuição na paisagem, permitindo o diagnóstico das prováveis superfícies geomorfológicas aí existentes e a tentativa de datação relativa das mesmas, - propiciando melhor compreensão dos aspectos relativos à gênese dos perfis.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Durante muito tempo os estudos pedogenéticos vinham sendo tratados num sentido "verticalista", numa importação para os trópicos da metodologia de trabalho próprio das regiões de clima temperado, onde a última glaciação é um marco inicial do desenvolvimento de um número muito grande de solos, portante de mesma idade, e muito jovens (SEGALEN, 1974); com o tempo, verificou-se que determinadas características seriam dificilmente atribuíveis ao desenvolvimento unicamente vertical do perfil, e a idéia de que os solos podiam ser muito velhos tomou seu rumo. Desta forma, não se pode efetuar interpretações de perfis apenas com base em processos "lineares" ou tradicionais, como afirma QUEIROZ NETO (1976).

A presença de "stone-lines" a determinadas profundidades do manto de intemperismo, indicativa de que o material acima da mesma é de natureza transportada (RUHE, 1956), foi uma importante constatação nesse sentido. A COMISSÃO DE SOLPS (1960) comenta que a relação entre o desenvolvimento do relevo e a idade dos solos é, de fato, a relação entre a história da erosão e sedimentação e a idade do solo em um determinado lugar; se não ocorre erosão ou sedimentação marcante em uma determinada área, por um longo período de tempo, relevos e solos velhos são encontrados, ao passo que se tais even

tos são relativamente recentes, relevos e solos jovens, ou relativamente jovens, são encontrados.

Entretanto, nem mesmo solos jovens, como os Litossolos, estão livres de descontinuidades entre o solo e a rocha subjacente, marcadas pelas "stone-lines", enquanto que os solos com B textural frequentemente são formados por uma mistura de materiais alóctones e autóctones sotopostos, e os B latossólico são, via de regra, originários de materiais caracteristicamente alóctones (COMISSÃO DE SOLOS, 1962). O pré-intemperismo e arrastamento podem promover uma mistura de materiais de origem de diferente natureza (VILLIERS, 1965).

Camadas arenosas superficiais, especialmente no Podzólico Vermelho Amarelo, podem ser resultado de coluvionamento em períodos recentes, ao longo das vertentes (ROTTA, 1975). Uma das evidências desse processo é a presença de bandas onduladas, de constituição diferente da massa do horizonte de perda, onde ela se encontra (QUEIROZ NETO, 1973). A natureza coluvial do horizonte A, repousando sobre um B fóssil, tem sido mencionada pelos pesquisadores (FENTEADO e RANZANI, 1973; CARVALHO, 1976), frequentemente associada às "stone-lines"; porém estas podem não ocorrer, se por ocasião dos processos de retrabalhamento a massa transportada for pobre em material detrítico grosseiro (BIGARELLA et alii, 1965). Também a presença de cascalhos juntamente com o material pedogenezado é indicativa daquele processo (QUEIROZ NETO, 1975).

Esse grande incremento de argila no horizonte B, em relação ao A arenoso, tem sido motivo de um número muito grande de pesquisas, e a sua atribuição mais segura a processos puramente mecânicos - eluviação/iluviação, ou argiluviação (BARTELLI, 1973), ocorre nos solos onde essa concentração da fração fina se dá nas partes intermediárias do perfil (SIMMONSON, 1949; McCALLEB, 1959); tal mecanismo é perfeitamente distinto da podzolização, onde a migração de argila é acompanhada de intensa decomposição da fração mineral, pela ação e-

nérgica de ácidos orgânicos (GERASIMOV, 1960).

ABREU (1976) relaciona "stone-lines" às fases mais secas de alternâncias climáticas ocorridas ao longo do Quaternário em diversas regiões do mundo (CHATELIN, 1967; MATSUI, 1969; HERVIEU, 1970) e, particularmente, na nossa região (MODENESI, 1974), conforme pormenorizados estudos levados a efeito na Depressão Periférica paulista (ABE SABER, 1969a e 1969b; PENTEADO, 1969; QUEIROZ NETO, 1969).

O Plioceno no Brasil é considerado como um período de clima semi-árido, onde houve a possibilidade de se elaborar um nível aplainado por pediplanação, que serve como ponto de partida para a datação relativa dos acontecimentos - verificados no Quaternário, a partir do seu entalhamento pelos cursos d'água (PENTEADO, 1974). Para CHRISTOFOLETTI e PENTEADO (1970) acontecimentos pós-Terciários seriam responsáveis pela macro-compartimentação inicial na Depressão Periférica, onde períodos mais secos favorecem a pediplanação, com a formação da superfície denominada Neogênica, por MARTONNE (1943); as alternâncias secas e úmidas do Quaternário, que PENTEADO (1969) considerou como tendo sido em número de quatorze (oscilações de clima seco para úmido), tenderiam a promover o nivelamento dos cimos dos principais interflúvios na Depressão Periférica.

Essas oscilações climáticas em um longo período de tempo tendem a abrandar o efeito da superimposição de caracteres de pedogêneses sucessivas, como verificou FAUCK (1964) no estudo de determinados Solos Fracamente Ferralíticos da África.

Determinado material exposto às intempéries durante tempo muito prolongado deve apresentar um grau de alteração superior àquele submetido às mesmas ações, durante tempo inferior (QUEIROZ NETO, 1971). A latolização - processo de intemperismo intenso - expressa em um perfil, pode ter-se realizado em um outro solo primitivo, que forneceu os produtos

de erosão para a constituição daquele (COMISSÃO DE SOLOS, 1962).

Solos velhos, como são normalmente os Latossolos, resultam de processos mais antigos, e a cada episódio ocorrido devem perder elementos e degradar-se mais (QUEIROZ NETO, 1976), como se observa ao longo dessas antigas superfícies de erosão Terciárias ou do Quaternário Inferior (QUEIROZ NETO, 1975).

Os solos estão expostos às condições as mais variadas no tempo e no espaço, cada perfil representando uma história particular, sujeita a episódios comuns e recebendo a influência de seus vizinhos, mas tendo pontos de partida em épocas diversas (QUEIROZ NETO, 1976). Assim, um Litossolo não representa necessariamente um solo no início de sua formação, podendo ser resultado da remoção de camadas de solos formados, em que a situação atual do relevo é uma barreira para o acúmulo de material edafizado, para o aumento de espessura (MARCOS e KINJO, 1967).

Áreas podem ser rejuvenecidas pela erosão dos antigos solos latossólicos (QUEIROZ NETO, 1970a), propiciando a formação de perfis de diferente natureza, como os Litossolos, onde os elevados teores de silte são indicativos de seu pequeno estágio de maturidade (VAN WAMBEKE, 1967; COMISSÃO DE SOLOS, 1962; SEGALIN, 1974); nesses, os altos teores de matéria orgânica chegam a ser uma característica diagnóstica (MARCOS e KINJO, 1967), e esse conteúdo elevado de carbono está relacionado à maior atividade das argilas (QUEIROZ NETO, 1975).

Além disso, nesses perfis rejuvenescidos, os valores de saturação em bases são mais elevados do que nos solos mais antigos, a indicar o menor grau de alteração (GAMBLE e DANIELS, 1974), caráter associado, naturalmente, à menor profundidade dos perfis. Processo também atribuído a tempos mais recentes é a migração vertical de partículas finas, na constituição do horizonte argílico dos solos com B textural

(QUEIROZ NETO, 1975), com empobrecimento dos horizontes superficiais em argila, onde é também usual o arraste oblíquo dessas partículas, ao longo da vertente (LAMOUROUX, 1972; SEGALLEN, 1974); esses colúvios podem ser muito espessos, ou mesmo desaparecer, em encostas mais íngremes, por efeito erosivo (QUEIROZ NETO, e CASTRO, 1974).

Nos solos com B latossólico a argila floculada (COMISSÃO DE SOLOS, 1960) é um caráter tomado como um "envelhecimento" dessa fração e de sua estabilidade, como tem sido verificado em superfícies geomorfológicas antigas (QUEIROZ NETO, 1975). Por vezes, os solos dessas superfícies são arenosos, considerados como "solos com B latossólico arenosos", assim designados na região de São Pedro (COUTARD et alii, 1975).

Tais solos de textura grosseira, classificados como Regossolos ou Regossolos intergrade, foram colocados na categoria dos "solos pouco desenvolvidos" pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), no Estado de São Paulo, para os quais admitiu-se que tais materiais arenosos, pobres em argilas, ou em minerais primários que possam ser transformados em argilas, não mostram na sequência de alteração nem a fase podzólica bem desenvolvida, nem a litossólica, mantendo-se regossólicos.

Assim, o termo Regossolo foi reservado, nos trabalhos subsequentes de levantamento, a solos com minerais alteráveis (pouco desenvolvidos), utilizando-se para os anteriores outras designações, como Areias Ácidas Vermelhas e Amarelas, do "Delineamento Esquemático dos Solos do Brasil" (CAMARGO e BENNEMA, 1966), a exemplo de solos similares da África, denominados "psammo-ferralíticos" (BOTELHO DA COSTA et alii, 1964; ROOSE e CHEROUX, 1966; CHATELIN, 1972).

ANTUNES et alii (1971) verificaram que a maioria dos solos do Estado do Espírito Santo são desenvolvidos a partir de materiais de origem pseudo-autóctones, seguidos pelos alóctones, e raramente autóctones. Nos Podzólicos e Latos

solos derivados de sedimentos Terciários e Quaternários a natureza é sempre alóctone, e quando a fonte é constituída por rochas básicas, ácidas e intermediárias o material de origem é pseudo-autóctone; apenas os Litossolos podem se originar de materiais autóctones..

A idéia de sequência evolutiva defendida pela COMISSÃO DE SOLOS (1960), na qual os Litossolos dariam origem aos solos com B textural, e estes aos solos com C latossólico, tem sido, por vezes, contestada, como atesta o trabalho de BENNEMA et alii (1970), ao verificarem que as características genéticas dos Ultissolos e Oxissolos do Brasil podem ser tomadas como independentes, um perfil não se originando do outro.

BENNEMA et alii (1962) comentam que a distribuição dos Latossolos esteja correlacionada a antigas superfícies de erosão, originadas no Terciário ou Quaternário, sobre as quais intensas forças erosivas operaram, a diferentes momentos da escala geológica do tempo, em diversos pontos da paisagem, com diferentes intensidades nas variadas regiões, produzindo uma grande diversidade de feições geomorfológicas. BEINROTH et alii (1974) apresentam um esquema evolutivo semelhante de solos e paisagem, a partir do entalhamento de uma superfície de Oxissolos, com a consequente formação de Ultissolos e Inceptissolos, associados a exposições rochosas, em posições de vertentes.

Para HACK (1972) determinadas características - hoje observadas podem ser devidas a reações irreversíveis ocorridas no passado. Assim, a persistência do cerrado nas condições úmidas atuais, amplamente favoráveis a vegetações mais densas (florestais), estaria ligada a áreas de solos antigos, onde a sobriedade do relevo não possibilitou o rejuvenescimento dos solos, com remoção erosiva de seu capeamento de solos pobres (CRISTOFOLETTI, 1968). Paleoclimas úmidos seriam responsáveis por vegetação do tipo florestal, com atividade ero-

sive reduzida ao mínimo e máxima evolução pedogenética, o contrário ocorrendo sob condições de aridez (JESSUP, 1960).

Estudos procedidos por DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO (1974) na região da Serra do Limoeiro, SP, mostram a ocorrência de materiais mais antigos no reverso da Serra, cuja gênese é remontada ao Terciário. Sedimentos arenosos espessos, dispostos no platô de Santo Inácio (Regossolo "intergrade" para Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa), estariam correlacionados à Neogênica, correspondente à superfície interplana nítica mais antiga da Depressão Periférica (Plio-Pleistoceno). Outras formações superficiais aparecem em posição de entalhamento menos pronunciado, a 40-50 metros abaixo da anterior, do final do Neogeno, correspondentes às Colinas do Sistema Peixe-Bonito, apresentando ainda solos análogos aos da unidade anterior e também Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras e Litossolos; as demais formações correspondem nitidamente a colúvios de vertentes, mais recentes (Pleistoceno e Holoceno), com predomínio de Podzólicos e Litossolos.

Em outra área próxima, na região de São Pedro,, COUTARD et alii (1975) realizaram estudos semelhantes, identificando a superfície mais antiga a 900-960 metros de altitude, relativa ao platô acima da cuesta, com vestígios de couraças, ferruginosas, atribuída ao Terciário e referida às Cristas Médias de MARTONNE (1945). Abaixo da cuesta ocorrem testemunhos da Neogênica desmantelada por processos erosivos, a revelar - nessa área, 4 nítidos estágios Quaternários de elaboração do relevo; nos locais rejuvenescidos ocorre especialmente o Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras, e na superfície Neogênica solos com B latossólico arenosos.

AB' SABER (1969a) comenta que a Depressão Periférica é um compartimento topográfico de origem permanentemente denudacional; nos períodos de transição climática é que os processos erosivos apresentam máxima atividade agressiva, a produzir ravinamentos ativos e fortes descarnamentos nas ver-

tentes mais vigorosas (AB'SABER, 1972). Também no Leste paulista o desmentelamento da superfície de aplainamento antiga pelos cursos d'água é um processo evidente (ABREU, 1976).

As "cabeceras de erosão" (AMARAL e AUDI, 1972) testemunham ações erosivas regressivas, cujas partes mais recuadas e menos atingidas conservam usualmente materiais mais alterados e espessos (QUEIROZ NETO, 1975). No leito das vossas rocas, de ocorrência generalizada nessa região, e em franca expansão, (ROCHA PIEDADE et alii, 1976), camadas argilosas de espessura variada estão relacionadas ao Terciário (PAIVA NETTO e PACCILA, 1972).

MOTTI e MOTTI (1975) afirmam que nas condições atuais a morfogênese é mais ativa do que a pedogênese, traduzida: a) pela erosão dos solos sobre as encostas mais íngremes; b) pelo remanejamento em outros setores dos interflúvios; c) pela presença de depósitos com remanejamento nos vales.

Para SOARES (1973) e AZOLIN et alii (1975) a retomada erosiva da atualidade pode estar relacionada a um movimento epirogenético positivo, muito lento e agindo em impulsos, localizando e implantando a atual rede de drenagem. Essas retomadas vão determinar o caráter policíclico do relevo, com distintos elementos topográficos, datados de épocas diferentes, tendo como principais causas as modificações do nível de base e as alternâncias climáticas do Quaternário (PENTEADO, 1974),

A análise da rede de drenagem pode evidenciar - diferentes composições morfo-estruturais dos compartimentos existentes (ABREU, 1976), e o estudo do seu desenvolvimento e expansão possibilita elucidar e explicar as formas de relevo em seu conjunto, sendo que a morfologia regional pode ser considerada como consequência direta das adaptações do sistema - de drenagem (CHRISTOFOLETTI e ARANA, 1976).

Nesse tipo de estudo, ABDALLA (1973) considera que a formação de meandros, por um rio, ao longo das planícies aluviais, é indicativa do estágio de maturidade do relevo; a divagação do leito ao longo da ampla planície aluvial, com a ocorrência de meandros abandonados e inexistência de rápidos sugere uma evolução para o estágio da senilidade, dentro da idéia de um relevo policíclico. Ainda dentro deste conceito, HACK (1972) toma como superfície final uma topografia equilibrada, ou com tendência ao equilíbrio, com eficiente remoção de detritos, associada à pedimentação em posição de sopé.

Também PENTEADO (1974) admite que o meandro de um rio seja uma forma indicativa de um estado de equilíbrio, muito comumente observado em determinados rios, como certos trechos do Tietê, podendo ser resultado de mudanças climáticas, pela alteração carga/débito dos rios, elemento causal de meandros abandonados.

O estudo sobre o desenvolvimento de sistemas hidrográficos e suas bacias de drenagem tem sido efetuado, via de regra, com base no clássico trabalho de HORTON (1945), que ressalta a importância da resistência do solo face a esses processos de erosão hídrica, tendo ele proposto índices quantitativos para expressar o grau de desenvolvimento da rede de drenagem, como a densidade de drenagem (Dd) e a frequência de rios (Fr), evitando a subjetividade dos caracteres puramente descritivos. Em geral, estudos dessa natureza levam em conta as diversas ordens de ramificação da rede hidrográfica, sendo muito usual o sistema no qual os tributários não ramificados, correspondem a segmentos de 1ª. ordem e o rio principal recebendo a ordem mais elevada, critério esse seguido por um número muito grande de autores, dentre os quais STRAHLER (1957).

AUDI (1972) comenta que, dentre os métodos de fotointerpretação de solos fundamentados na caracterização dos elementos da paisagem, mais acessíveis à observação por foto-

grafias aéreas, a drenagem e as características erosivas são os aspectos mais importantes em qualquer método de trabalho.

Coube, entretanto, a FRANÇA (1968) a primazia de adaptar a técnica de fotointerpretação de redes de drenagem aplicada ao estudo de solos, em nosso meio, levando em conta que quando eles são semelhantes, seus padrões também o são (FROST, 1960); até então, tal técnica de trabalho era praticamente de âmbito da Geologia ou da Geomorfologia. Ele analisou áreas com diferentes unidades de solos, originados de produtos de alteração do arenito Botucatu: Regossolo "intergrade" (RPV/RLV), Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa - (LVA), Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras (PVLs) e Litossolo (Li), encontrando Dd crescentes no sentido: RPV/RLV - LVA - PVLs - Li. Comentou o autor que materiais de texturas semelhantes e depositados pelo mesmo agente de transporte podem originar solos distintos, cujas diferenças vão se refletir também na composição e características do padrão de drenagem.

LUEDER (1959) assevera, com base nos estudos de HORTON (1945), que as características da rede de drenagem são uma consequência da relação entre infiltração e deflúvio que, logicamente, dependem estreitamente da natureza do solo e das condições locais. Os valores de Dd estão relacionados principalmente com a resistência à erosão dos materiais presentes, diminuindo à medida que aquela aumenta (RAY, 1963); embora haja muitas exceções, este autor afirma que arenitos de granulação grosseira tendem a apresentar redes de drenagem menos ramificadas do que áreas de folhelhos e outras rochas similares, de granulação fina. Observações semelhantes são fornecidas por RICCI e PETRI (1965), considerando a presença de materiais impermeáveis, como argila e folhelho a determinadas profundidades.

Outro aspecto diretamente relacionado aos mecanismos de infiltração e deflúvio é a maior ou menor uniformi-

dade textural do perfil de solo, tendo KOFFLER (1976) levado em conta essa característica, ao analisar os índices quantitativos das redes de drenagem de solos típicos da região noroeste do Estado de São Paulo.

Latossolos de texturas sensivelmente distintas podem revelar redes de drenagem muito semelhantes (DUNBAR, 1969), de tal sorte que RAY (1963) comenta que as fotografias aéreas revelam a drenagem efetiva do perfil. Diferenças entre os índices de drenagem de três Latossolos estudados por SOUZA (1975) são atribuídas às diversidades de relevo, afetando a dinâmica da água.

Além do relevo, a natureza do substrato é outro fator que permite explicar as diferenças entre os perfis de solos com B^{t} textural (Podzólico Vermelho Amarelo), originários de arenitos de diferentes Formações (VASQUES FILHO, 1972). Para os Litossolos os valores de Dd e Fr são sempre elevados, mesmo sem se considerar a natureza do substrato rochoso, como se verifica a partir dos resultados obtidos por FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969) e FREIRE (1977), a realçar a importância do relevo na individualização dos solos.

Ao lado de outros atributos ecológicos, PENTEADO (1974) comenta que o relevo comanda a circulação de água nos solos e os efeitos da lixiviação e acumulação absoluta, levando os pedólogos à noção de "catena", referente à diferenciação dos solos segundo as condições topográficas, sob as mesmas condições ambientais. A evolução dos solos e a evolução do relevo estão estreitamente interligadas, com mútuas influências a todo o instante (RUELLAN, 1971).

Na cartografia das formações superficiais de áreas tropicais, onde o estudo da evolução do relevo é de primordial importância, PELLERIN (1974) afirma que se deve considerar também os tipos de argilas nas diferentes posições da paisagem, a permitir a definição do grau de alteração das diversas formações.

A presença de perfis apresentando diferentes graus de intemperismo está estreitamente ligada à evolução do relevo; distintos estágios de alteração, por vezes oriundos de um mesmo processo, correspondem a entidades geomorfológicas bem definidas (QUEIROZ NETO, 1970a).

O direcionamento da pesquisa para se estabelecer o conjunto de fenômenos e processos paleoclimáticos, responsáveis pela paisagem atual, está no estudo de detalhes das formas de relevo, formações superficiais e paleossolos, grau de alteração dos solos, e talvez das rochas (QUEIROZ NETO, 1970b).

Há uma complexidade muito grande em se definir a contribuição da pedogênese atual nas diferentes regiões da zona intertropical, que pode aparecer nos sedimentos mais recentes; ela se traduz, por exemplo, por uma evolução frequentemente débil (solos pouco evoluídos) ou por uma evolução rápida (hidromorfia e halomorfia), marcando os últimos sedimentos depositados (PIAS, 1970).

São normalmente considerados como produtos finais do intemperismo, em solos com avançado estágio de alteração, a caulinita acompanhada de óxidos e hidróxidos, sob boas condições de drenagem (JACKSON e SHERMAN, 1953), condições essas conhecidas como "intemperismo latossólico" (COMISSÃO DE SOLOS, 1962), "alteração ferralítica" (DELVIGNE, 1965) ou "intemperismo laterítico" (VILLIERS, 1965).

Pela lixiviação quase que total de bases, acompanhada por perdas constantes de sílica, que o processo pressupõe, tem sido amplamente relatado que a caulinita pode des-silicatizar-se e dar formação à gibbsita (MONIZ e JACKSON, 1967; CARVALHO, 1970; ANDRADE, 1971). MILLOT (1964) afirma que apenas sob intensa lixiviação a gibbsita se forma a partir da caulinita, pela estabilidade desta, e MAIGNIEN (1966) reafirma tal condição, comentando que tal processo é limitado, não podendo explicar sua presença em grandes quantidades.

Entretanto, a origem da gibbsita tem sido atribuída também a partir da alteração direta dos minerais primários (KELLER, 1964), podendo ser um dos primeiros minerais secundários individualizados nesses estágios iniciais de alteração, sob boas condições de drenagem (MELFI e LEVI, 1971).

De qualquer forma, originada por um ou por outro processo, parece realmente estabelecido que a sua permanência requer boas condições de drenagem (MOHR e VAN BAREN, 1954; SEGALEN, 1974).

A não ocorrência de gibbsita em solos considerados bem intemperizados pode ser explicada por um estado de atividade dos íons no solo, tal que seja correspondente à faixa de estabilidade da caulinita, garantida pela lenta dissolução de quartzo (LEFSCH, 1975); também GOEDERT et alii (1975) apresentam explicação semelhante, e FAUCK (1972) relata que abaixo de um certo limite de quartzo a gibbsitização ocorre bruscamente.

CADY (1960) comenta que em solos altamente intemperizados não ocorre uma nítida sequência de alteração dos minerais ao longo da profundidade do perfil, observando-se, em geral, o nítido predomínio de apenas um mineral.

Contudo, para uma mesma precipitação pluviométrica, a drenagem pode variar com a posição do perfil na paisagem, interferindo sobre os processos de alteração (DELVIGNE, 1965).

PEDRO (1969) demonstra que a natureza das alterações depende, sobretudo, da drenagem, associada ao tipo de rocha, podendo ser alítica, monossialítica e bissialítica, em função daqueles fatores.

A illita, mineral amplamente relatado como importante componente das rochas sedimentares (RIVIÈRE, 1952; MILLOT, 1952; LUCAS, 1962), apresenta comportamento oposto ao da

vermiculita, face às condições de drenagem, sendo a primeira mais estável sob drenagem deficitária (JACKSON e JEFFRIES, 1957); ESPÍNDOLA e SALNEGO, 1975). A vermiculita prevalece especialmente sob boas condições de drenagem (MILLOT, 1964), a partir da alteração da illita, que, sob confinamento vai propiciar a formação de montmorilonita, como observado por LAPORTEUX (1972) em produtos de alteração de arenitos.

Para LENIZ e JACKSON (1967), RICH (1968) e RUELLAN (1971) a vermiculita representaria um estágio intermediário da alteração da mica em caulinita. Contudo, MATSUI (1962) verificou que, sob condições fortemente lixiviantes, íons alumínio são frequentemente removidos da estrutura dos cristais e fixados nos espaços interlamelares dos minerais, formando Al - vermiculita ou Al - montmorilonita; nos paleossolos por ele estudados os minerais dominantes na fração argila foram o caulim e a Al - vermiculita, associados à gibbsita, hematita e outros sesquióxidos. VILLIERS (1965) relata inúmeros trabalhos que indicam a relativa estabilidade de certos minerais - vermiculíticos, e produtos identificados como Al - vermiculita ocorrem em solos altamente intemperizados da África, parecendo ser mais resistentes do que o sistema caulim-haloisita.

Mica e vermiculita tem sido encontradas em produtos de alteração "in situ" de arenito Botucatu (DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO, 1974), como também em Litossolos oriundos de arenito, da região de Jaboticabal (ALOISI et alii, 1975). No Bauru, a atapulita, mineral raramente encontrado em condições tropicais (a não ser em condições especiais), tem sido relatada como importante componente, juntamente com a montmorilonita (LIMA NETTO e NASCIMENTO, 1957; LEPSCH et alii, 1977), como também a mica, cuja alteração propicia a formação da caulinita (CARVALHO, 1976). No Botucatu fácies fluvial e lacustre, com cimentação calcária, a montmorilonita é um dos principais componentes (DELAFFÉ et alii, 1972); no perfil 80 da COMISSÃO DE SOLOS (1960) - Litossolo - fase substrato arenito

calcário (estrada Conchas-Juquimatiba) a fração argila apresenta domínio de quartzo, e em menor proporção minerais 2:1 (montmorilonóide).

As condições para a formação de montmorilonita contrastam com aquelas necessárias à gênese da caulinita. O sistema químico na qual ela se forma é caracterizado pela alta relação Si:Al e relativa abundância de Mg, Fe, Ca, Na e K e, correspondentemente, mais baixas concentrações de H; o clima (macro e micro) do ambiente de intemperismo e a eficiência da drenagem são tão importantes como o material original (KELLER, 1964).

ROCQUIER et alii (1970) também constataram as condições propícias à montmorilonita em meio confinante, cuja formação vem acentuar ainda mais essa baixa condição de drenagem, com "invasão" da paisagem à montante por aquele mineral.

Porém a sua natureza é transitória, com tendência à alteração em caulinita (PAQUET, 1970). HARTGENS e BLEEKER (1970) verificaram que, mesmo sob má drenagem, em solos calcários ricos em bases e sílica, alguma montmorilonita se transforma em caulinita; de maneira similar, mesmo sob as condições climáticas do Rio Grande do Sul, favoráveis àquele mineral, a caulinita assume importância nas zonas geomorfológicas de maior lixiviação (CONÇALVES e MONIZ, 1975).

Sua ocorrência em solos brasileiros está sempre relacionada a condições particulares e específicas locais, como, por exemplo, aquelas encontradas no Pantanal de Lato Grosso (MONIZ et alii, 1975 b). Na Bahia, CONCEIÇÃO et alii (1974) descrevem a persistência da montmorilonita em solos jovens, pouco espessos (30 a 100 cm), como testemunho de um período climático mais árido do que o atual. RIBEIRO (1974), também naquele Estado, atribui a sua presença tanto à rocha-mãe, rica em elementos alcalinos e alcalino-terrosos, como ao conjunto de fatores pedogenéticos, sobressaindo-se o clima como fator importante, tendo também invocado ocorrência de oscilações

climáticas ao longo do Quaternário, influenciando a pedogênese em Itiara. Os valores elevados de argilo-mineral no Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras e no Regossolo - "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo, da região de Piracicaba, são atribuídos à herança do material originário, que teve, em outras épocas, condições favoráveis para a formação da montmorilonita (DEMATTE et alii, 1972).

Entretanto, além da eficiência maior ou menor da drenagem, MELFI e LEVI (1971) ressaltam a importância da natureza do material de origem, com relação aos produtos formados, como a haloisita, cujo aparecimento parece também ocorrer sob condições mais confinadas, a partir do intemperismo de feldspatos.

CERRI e ALOISI (1975) fizeram semelhante constatação, observando que para a sua gênese há necessidade de soluções com relativa concentração de sílica, condições essas verificadas especialmente nos primeiros estágios de alteração dos minerais. Os autores comentam que a haloisita e a metahaloisita são minerais bastante instáveis, encontrando-se concentrados nos horizontes próximos à rocha, e desaparecendo nos níveis mais próximos à superfície.

MONIZ et alii (1975a) relatam a importância da microscopia eletrônica no perfeito reconhecimento dos minerais haloisíticos, uma vez que cerca de 40% de caulinita são suficientes para mascarar 60% de haloisita, na mistura de ambos (FRINDLEY et alii, 1963). Utilizando-se desta técnica microscópica, CERRI e ALOISI (1975) observaram formas variáveis de haloisita e metahaloisita; com relação à caulinita: quando suas partículas são maiores ($\geq 0,5 \mu$) as plaquetas são mais regularmente hexagonais, ao passo que as menores ($\leq 0,1 \mu$) apresentam formas hexagonais irregulares, às vezes com bordos arredondados e corroídos.

SIEFFERMAN e MILLOT (1968) verificaram que a haloisita e a metahaloisita são importantes componentes do solo.

los jóvenes, sobre basaltos recientes de África; SEPALET (1974) menciona también a sus ne senças em superfícies recentes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Descrição do meio físico

4.1.1. Região de estudo

A área de estudo está situada na região centro-leste do Estado de São Paulo, sub-região Médio Tietê, abrangendo certa extensão dos Municípios de Anhembi e Conchas, aproximadamente entre as latitudes $22^{\circ}45'$ - $23^{\circ}00'$ S e as longitudes $48^{\circ}07'$ - $48^{\circ}25'$ W, na província geomorfológica da Depressão Periférica, conforme divisão de ALMEIDA (1964).

4.1.2. Clima

De acordo com SETZER (1966), o tipo climático é o Cwa, definido como clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C , e a do mês mais quente ultrapassa 22°C . A temperatura média anual está entre 20 e 21°C (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1974); as precipitações médias anuais de Anhembi e Conchas são, respectivamente, 1.250 e 1.131 mm de chuva (SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS, 1972).

4.1.3. Geologia

Conforme estudos detalhados de SOARES (1975), a principal ocorrência, na área de trabalho, é a Formação Pirambóia (Grupo São Bento - Era Mesozóica), representada por um pacote de arenitos de granulação variável, sobre uma discordância esculpida no Permiano (Formação Estrada Nova - Grupo Passe Dois - Era Paleozóica), muito e pouco silto-argilosos, com estratificação cruzada planar e acanalada, e plano-paralela, com variação cíclica de litologia na vertical, intercalando lamitos arenosos.

As melhores exposições de siltitos da Formação Estrada Nova, dentro da área proposta, aparecem nas proximidades de Anhembi, na Lacia do Ribeirão dos Remédios, em cortes da estrada que liga aquela cidade ao Bairro Lajeado. Assim como observara SOARES (1975), nessa zona de contato dos dois materiais há como que uma gradação da litologia, com a passagem de lamitos amarelados, com intercalações de argila avermelhada e siltito (Estrada Nova) a siltito arenoso e arenito muito fino, silteoso, com estratificação plano-paralela (Pirambóia).

A Figura 1 apresenta o mapa geológico simplificado da região centro-leste paulista (SOARES, 1975), e o perfil geológico ao longo da Rodovia Lajeado Rondon (Figura 2), mostra a expressiva ocorrência da Formação Pirambóia, desde o seu topo, na Serra do Botucatu, até a sua base, nas cercanias de Conchas. De especial interesse, dada à sua proximidade da área presentemente estudada, é a ocorrência de arenitos maciços do Cenozóico, nas imediações do Distrito de Pirambóia, a cotas entre 620 e 640 metros, separados do arenito estratificado por conglomerados e cascalhos.

4.1.4. Solos e relevo

Percorrendo-se a região de estudo detalhadamente, pode-se visualizar a presença de três áreas distintas, com

FIG. 1 Mapa geológico simplificado do centro-leste do Estado de São Paulo (SOARES, 1975).

relação às associações solos x relevo, tendo sido as mesmas designadas A, B e C, cuja localização esquemática é apresentada na Figura 3.

a) Área A: próxima a Conchas, nas imediações da Rodovia Machal Rondon, tomando todo o Distrito de Juquiratiba e cortada pelo Rio Solado; compreende parte da bacia do Rio do Peixe e parte da do Rio de Conchas. O relevo é bastante movimentado (ondulado e fortemente ondulado), com predomínio da unidade de mapeamento designada Litossolo - fase substrato arenito calcário (Lit ar) pela COMISSÃO DE SOLOS (1960). Nos locais de relevo mais suave, entre os interflúvios ou os divisores - de a ua, o solo se torna mais espesso, caracterizado pelo Grande Grupo Pedzólico Vermelho Amarelo (PVA).

b) Área B: situada no Distrito de Pirambóia, acompanhando longa extensão do Rio do Peixe, cujos principais tributários na área são: Ribeirão Água Clara, Córrego dos Coqueiros, Ribeirão Água do Brejão, Córrego da Mandioca, Ribeirão Barração, Córrego Rancho das Ficas e Córrego Mimi. O relevo é suavemente ondulado, com vertentes extensas, terminando, em geral, em planícies aluviais. Nesta área ocorre o Regossolo "intergrado" para Latossolo Vermelho (RLV).

c) Área C: localizada nas proximidades de Anhembi, especialmente ao longo do Ribeirão dos Remédios, cujos principais tributários são o Córrego do Lajeado e o Córrego Água Branca. O relevo é predominantemente ondulado, com predomínio do Pedzólico Vermelho Amarelo - variação Laras (PVLs), conforme designação da COMISSÃO DE SOLOS (1960). Aspecto frequente é a presença de "stone-lines", por vezes cascalheiras de 30 cm de espessura, a profundidades variáveis, observadas em exposições de cortes de estradas. Nos locais de relevo mais acentuado, normalmente em vertentes de curta extensão, ocorrem solos pouco espessos - Litossolos, em geral com uma camada superficial arenosa, bastante escurecida por matéria orgânica.

FIG.3 – Esquema de localização da região, apresentando as tres áreas estudadas.

Na área como um todo as altitudes estão em torno de 600 e 440 metros, com predomínio entre 500 e 540 metros; áreas de cotas 600 m ocorrem isoladas, como no Paireiro ' Água Clara, próximo a Pirambóia, e na estrada de acesso a Anhembi, a partir da Marechal Rondon, são observados valores mais elevados. As menores cotas ocorrem, naturalmente, nas imediações do Rio Tietê. Para uma análise dos distintos compartimentos topográficos existentes, eventualmente correlacionáveis a superfícies geomorfológicas, elaborou-se um perfil topográfico acompanhando a mencionada via de acesso, a partir da folha topográfica de Anhembi (FUNDAÇÃO IBGE, 1970), apresentado na Figura 4, em uma tomada parcial entre Pirambóia e Anhembi.

4.1.5. Vegetação

Nas áreas A (Juquiratiba) e C (Anhembi) a vegetação original foi inteiramente substituída por pastagens de gramíneas, enquanto que na área B (Pirambóia), uma boa parte apresenta-se ainda revestida da vegetação natural do cerrado, com parcelas isoladas reflorestadas com eucalipto e ainda porções pouco expressivas com pastagens.

4.2. Estudo das redes de drenagem

A partir das fotografias aéreas verticais de 1972, da cobertura aerofotogramétrica do Estado de São Paulo (na escala aproximada de 1:25.000), procedeu-se ao exame interpretativo, com auxílio de um estereoscópio de espelhos WILD - ST4; confeccionou-se, assim, o mapa básico da rede de drenagem, com correção das distorções, por intermédio do método de triangulação radial gráfica, descrito em RICCI e PETRI (1965).

A rede de drenagem assim obtida compreende tanto os canais permanentes, como os temporários, tendo-se adotado, para o estudo de sua composição, a ordem de ramificação u

FIG. 4 Folha topográfica de uma parcela da região de estudo (FUNDAÇÃO IBGE, 1970).

utilizada por STRAHLER (1957). Por intermédio de amostras circulares de 10 km^2 (RAY e FISCHER, 1960), foram procedidos estudos comparativos das áreas A, B e C, através dos índices: densidade de drenagem (Dd) e frequência de rios (Fr), propostas por HORTON (1945).

A Dd é representada pela relação entre o comprimento total de segmentos de rios e a área considerada, enquanto que a Fr corresponde à relação entre o número total de segmentos e a área.

A análise comparativa dos resultados obtidos foi procedida mediante o delineamento experimental de parcelas inteiramente casualizadas, consistindo de 3 tratamentos (áreas A, B e C), com 7 repetições (7 amostras circulares de 10 km^2 em cada área considerada). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, cujo processamento é exposto em PIMENTEL GONÇES (1970).

Empreendeu-se ainda um estudo superficial sobre a evolução da erosão, ou das "cabeceiras de erosão" (ALARAL e AUDI, 1972), pelo exame comparativo das fotografias aéreas de 1962 e 1972, nas seguintes bacias de cada área: Córrego da Divisa e Córrego Daniel Leite (Área A), Ribeirão Barracão e Ribeirão Água do Brejão (Área B), Córrego do Lajeado e Córrego Água Branca (Área C).

4.3. Estudo dos solos e das alterações

4.3.1. Amostragem e preparo do material para análise

Em locais representativos dos principais solos ocorrentes em cada área foram efetuadas as descrições morfológicas dos perfis, segundo as normas de SOIL SURVEY STAFF (1951) e com adaptações feitas por RANZANI (1969), com auxílio também da carta de cores de Munsell; as amostras coletadas dos horizontes foram levadas ao laboratório e analisadas conforme as

recomendações contidas em CAYANI et alii (1955).

As designações convencionais dos perfis e suas localizações foram as seguintes:

a) Área A (Juquiratiba)

- Perfil_PVA: nas proximidades da Fazenda Boa Vista Cantarelli, em posição elevada do relevo, no terço superior da encosta, sob relevo ondulado.
- Perfil_PVAXLiar: solo de transição, com rocha a cerca de 100 cm da superfície, próximo ao anterior, em posição de meia-encosta, sob relevo forte-ondulado.
- Perfil_Liar/1: situado em posição de topo, ao lado da estrada de ligação de Juquiratiba ao antigo trecho asphaltado da rodovia para Conchas, sob relevo local ondulado.
- Perfil_Liar/2: em posição de meia-encosta, nas proximidades de Juquiratiba, antes da Igreja Nossa Senhora de Fátima, sob relevo forte-ondulado.

b) Área B (Pirambóia)

- Perfil_RLV/1: posição de meia-encosta, sob relevo suave, ao lado da estrada de ligação Pirambóia-Anhembi, próximo ao Ribeirão Água Clara.
- Perfil_RLV/2: situado em uma meia-encosta de relevo ondulado, ao lado da mesma estrada anterior, após atravessar o Córrego Brejão.

c) Área C (Anhembi)

- Perfil PVls: nas proximidades do Córrego Lajeado, em situação de terço final da encosta, sob relevo ondulado, ao lado da estrada que liga os Sairros Lajeado e Ribeirão Bonito (região de contato entre as Formações Pirambóia e Estrada Nova).
- Perfil Li/1: próximo ao perfil anterior, a cerca de 100 metros do Córrego Lajeado, com exposição do substrato mais ou menos arenoso, com indícios de intercalação de argila avermelhada.
- Perfil Li/2: também disposto em situação semelhante, a cerca de 40 metros do Córrego Lajeado, com substrato mais fino e consolidado, possivelmente de natureza siltica.

4.3.2. Análise granulométrica

As diversas frações contidas na terra fina seca ao ar foram determinadas pelo método da pipeta (KILLER e ALEXANDER, 1949), empregando-se soda como dispersante e agitação lenta durante 18 horas; pelo mesmo processo determinou-se a argila dispersa em água (argila natural). As classes texturais foram obtidas pelo diagrama do U.S.D.A. (SOIL SURVEY STAFF, 1951).

4.3.3. Análise química do solo

As determinações de cálcio e magnésio trocáveis foram efetuadas pelo método do EDTA, segundo as recomendações de GLÓRIA et alii (1964).

Os valores de potássio, hidrogênio, alumínio e fósforo trocáveis, bem como os de matéria orgânica ($\% C \times 1,72$),

foram obtidos através da metodologia preconizada em CATANI et alii (1955).

A capacidade de troca catiônica foi determinada pelo método do EDTA, proposto por GLÓRIA et alii (1955).

Os valores de pH foram obtidos mediante uma relação solo:água e solo:KCl de 1:2,5.

4.3.4. Análises mineralógicas

Na separação da fração argila utilizou-se a metodologia exposta em JACKSON (1955), cujas principais etapas foram resumidamente as seguintes:

- remoção de sais solúveis e cátions divalentes trocáveis com acetato de sódio;
- oxidação da matéria orgânica eliminação do MnO_2 com peróxido de hidrogênio;
- remoção dos óxidos de ferro livres com ditionito-bicarbonato-citrato de sódio;
- dispersão com carbonato de sódio e sifonagem da fração argila.

As argilas assim obtidas e secas a 40-50°C foram levadas aos laboratórios da Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (O.R.S.T.O.M.), na França, na Seção de Espectrografia, sob a responsabilidade do Dr. Maurice Finta, onde foram analisadas mediante as técnicas explícitas a seguir.

- Difração de raios X: as argilas secas foram colocadas em placas de plástico, munidas de uma reentrância retangular (janela), e pressionadas o suficiente para aí se aderirem (método do pó sem orientação preferencial). A seguir foram levadas ao aparelho de difração automático C.S.R. (Cie. Générale de Radiologie), equipado com espectrogoniômetro e registrador gráfico, empregando-se como anticatodo o tubo de cobalto.

A mesma amostra foi colocada em dispersão, e suspensões foram levadas a lâminas de vidro, obtendo-se: argila orientada natural, glicerolada e aquecida a 490°C. Quando julgado conveniente, aquecimentos a outras temperaturas foram efetuados. A interpretação dos difratogramas foi feita juntamente com a Sra. Ginette Fusil, com vasta experiência na técnica, por ser a responsável por este tipo de serviço a todo o corpo de pesquisadores que ali trabalham. As fontes bibliográficas básicas de consulta utilizadas foram: BRINDLEY (1961), BROWN (1961) e SIEFFERMANN (1973).

- Análise térmica diferencial: a amostra de argila foi colocada em um cadinho apropriado e acoplada ao aparelho SETARAM-Micro-AID M4, Lyon, acoplado a um nanovoltímetro e registrador SERVOTRACE, operando-se a uma intensidade de 100 mv e com a velocidade do papel de 120 mm/hora. Na interpretação dos termogramas, juntamente com o responsável por este setor, Dr. M. Koukouí, foram utilizadas especialmente os trabalhos de MACKENZIE (1967), CAILLÈRE e HENIN (1963) e SIEFFERMANN (1973).

- Microscopia eletrônica: uma gota de suspensão de argila intensamente diluída foi depositada em uma pequena grade apropriada e depois de seca levada ao porta-amostra, para exame no aparelho JEM-100 u, operando a uma tensão de 80 KV; utilizou-se um aumento de 10.000 vezes para observação direta dos minerais e obtenção de micrografias, a partir de filme ORTHO 125 ASA. As interpretações, por comparações com microfotografias de minerais padrões dos arquivos da G.R.S.T.O.M., foram enormemente facilitadas pelo auxílio do geólogo Dr. Dominique Rambaud, responsável por esse setor de análise.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises morfológicas, granulométricas e químicas

5.1.1. Descrições morfológicas dos perfis.

a) Perfil PVA

- A₁ 0- 25 cm; cinza escuro (5YR 4/1 úmido), cinza (5YR 5/1 seco); areia; composta granular, muito pequena, fraca e grãos simples; solto, solto, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.
- A₂ 25 - 80 cm; pardo avermelhado (5YR 5/3 úmido), cinza rosado (5YR 6/2 seco); areia; maciça que se rompe em grãos simples; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, limite suave, abrupto. Presença das distribuídas mais ou menos horizontalmente, com textura mais fina do que a massa do horizonte, e de cor pardo avermelhada (2,5YR 4/4).
- B₂₁ 80 - 120 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4 úmido, 5/4 seco); barro arenoso; maciça que se rompe em blocos subangulares, pequenos, fraco; cerosidade moderada, comum; revestimentos de matéria orgâ-

rica comuns e intensa atividade biológica; duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, abundantes; limite - suave, gradual.

B22 120 - 160 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4 úmido, 5/4 seco); barro arenoso; maciça que se rompe em blocos subangulares, pequenos, fraco; cerosidade - fraca, pouca; duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, abundantes.

Trado 160-260 cm; vermelho (2,5YR 4/6 úmido, 5/6 seco); areia barrenta; não plástico, não pegajoso.

b) Perfil PVA x Liar

A1 0 - 30 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), cinza (10YR 6/1 seco); areia; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.

A2 30 - 65 cm; cinza pardacento claro (10 YR 6/2 úmido), - branco (10 YR 8/1 seco); areia; maciça que se rompe em grãos simples; solto, solto, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, abrupto.

B/C 65 - 110 cm; pardo escuro (10YR 4/3 úmido), com mosqueado abundante pardo forte (7,5YR 5/8); barro argilo arenoso; maciça; friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, comuns; limite suave, abrupto. Presença de produtos mais ou menos decompostos do arenito subjacente e de argila translocada das camadas superficiais.

R 110 - 170 cm (+); arenito variegado a vários graus de decomposição, com impedimento de drenagem.

c) Perfil Liar/1

A₁ 0 - 20 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), cinza (10YR 6/1 seco); barro arenoso; maciça que se rompe em granular, pequena, fraco; ligeiramente duro, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite ondulado, abrupto, diretamente com o arenito.

Rocha - arenito a vários graus de decomposição.

d) Perfil Liar/2

A₁ 0 - 25 cm; cinza muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinza (10YR 5/1 seco); areia barrenta; granular, pequena, fraco; ligeiramente duro, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite ondulado, abrupto, diretamente sobre a rocha.

Rocha - arenito variegado, predominando cores amareladas e amarelo-avermelhadas, com maior grau de decomposição a 25-75 cm.

e) Perfil RLV-1

Ap 0 - 20 cm; pardo avermelhado (5YR 4/3 úmido, 5/3 seco); areia; composta granular, muito pequena, fraco e grãos simples; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, gradual.

A₃ 20 - 50 cm; pardo avermelhado (5YR 4/4 úmido, 5/4 seco); areia; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes.

tes; limite suave, difuso..

(B₁) 50 - 125 cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido), pardo avermelhado claro (5YR 6/4 seco); areia; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, comuns; limite suave, difuso.

(B₂) 125-180 cm; alaranjado (5YR 4/8 úmido), pardo avermelhado (5YR 5/4 seco); maciça; areia barrenta; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, raras.

Trado 180-300 cm; alaranjado (5YR 5/8 úmido); areia barrenta; não plástico, não pegajoso.

Observações:-- pontuações de areia lavada ao longo do perfil.

f) Perfil_RLV-2..

A_p 0 - 18 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4 úmido, 5/4 seco); areia; maciça que se rompe em grãos simples; solto, solto, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.

A₃ 18 - 50 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4 úmido), vermelho claro (2,5YR 6/6 seco); areia; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, difuso.

(B₁) 50 - 110 cm; vermelho (2,5YR 4/6 úmido, 5/6 seco); areia barrenta; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, comuns; limite suave, difuso.

(B₂) 110 - 200 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido), vermelho (2,5YR 4/6 seco); areia barrenta; maciça; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, raras.

g) Perfil PV1s

- A₁ 0 - 38 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), cinza (10YR 6/1 seco); areia; granular, pequena, fraco; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.
- A₂ 38 - 55 cm; pardo (10YR 5/3 úmido), pardo pálido (10 YR 6/3 seco); areia; maciça que se rompe em grãos simples; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.
- B₂₁ 55 - 88 cm; pardo avermelhado (5YR 4/4 úmido, 5/3 seco); barro argilo arenoso; blocos subangulares, médios, moderado; coesividade moderada, comum; duro, firme, plástico, pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.
- B₂₂ 88 - 120 cm; pardo avermelhado (5YR 5/4 úmido), pardo avermelhado claro (5YR 6/4 seco); barro argilo arenoso; blocos subangulares, pequenos, fraco; coesividade fraca, pouca; duro, friável, plástico, pegajoso; raízes finas, poucas; limite suave, gradual.
- B₃ 120 - 180 cm; alaranjado (5YR 5/8 úmido), amarelo avermelhado (5YR 6/6 seco); barro arenoso; maciça; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, raras; limite ondulado, abrupto, em contato com material parcialmente decomposto.
- Trado 180-200 cm; pardo amarelado (10YR 5/8 úmido); barro argilo arenoso; plástico, pegajoso. Material rochoso parcialmente decomposto juntamente com o material edafizado.

h) Perfil Li/1

A₁ 0 - 37 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), cinza (10YR 5/1 seco); areia barrenta; maciça que se rompe em granular, pequena, fraco e grãos simples; ligeiramente duro, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, abrupto com a rocha, em - descontinuidade evidenciada por uma linha de seixos de quartzo.

Rocha - arenito apresentando mais superficialmente algum material decomposto.

i) Perfil Li/2

A₁ 0 - 30 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), pardo acinzentado (10YR 5/2 seco); barro arenoso; maciça que se rompe em granular, pequena, fraco e grãos simples; ligeiramente duro, - muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, gradual.

B/C 30 - 45 cm; pardo escuro (10YR 4/3 úmido), pardo (10YR 5/3 seco); barro argilo arenoso; maciço que se rompe em blocos subangulares, pequenas, fraco; cerosidade fraca, pouca; duro, firme, plástico, pegajoso; raízes finas, abundantes; limite com a rocha alterada em descontinuidade, evidenciada por uma linha de seixos quartzosos.

Rocha - (argilito) ligeiramente decomposto.

5.1.2. Análises granulométricas e químicas dos perfis

Os resultados das análises mecânicas são apresentados na TABELA 1 e os de análises químicas de rotina cons

TABELA 1 - Resultados das análises granulométricas dos perfis.

PERFIL	MORF	PROFUND. DADE (cm)	P E R F I L										CLASSE TEXTURAL		
			Am 2-1 mm	Ar 1-0,5 mm	Ar 0,25-0,10 mm	Ar 0,10-0,05 mm	Ar 0,05-0,025 mm	Ar 0,025-0,01 mm	Ar 0,01-0,005 mm	Ar 0,005-0,002 mm	Ar 0,002-0,001 mm	Ar 0,001-0,0005 mm	Ar 0,0005-0,0002 mm	Ar 0,0002-0,0001 mm	Ar 0,0001-0,00005 mm
PVA	A ₁	0-25	-	1,7	3,9	65,1	22,9	93,6	3,3	3,1	2,0	-	-	Areia	
	A ₂	25-80	-	0,4	3,9	69,6	20,4	94,3	1,2	4,5	1,9	-	-	Areia	
	B ₂₁	80-120	-	0,4	3,1	57,6	18,8	79,9	1,7	18,4	10,0	-	-	Barro arenoso	
	B ₂₂	120-160	-	0,3	3,8	58,4	18,0	80,5	2,3	17,2	11,1	-	-	Barro arenoso	
	Tr*	160-260	-	0,3	3,2	62,1	20,0	85,6	0,8	13,6	7,7	-	-	Areia barrenta	
PVA	A ₁	0-30	-	0,2	8,7	62,4	18,6	89,9	6,0	4,1	1,7	-	-	Areia	
	A ₂	30-65	-	0,2	8,9	64,9	17,3	91,3	2,5	6,2	3,5	-	-	Areia	
	B/C	65-110	-	-	7,0	51,0	16,2	74,2	4,0	21,8	7,7	-	-	Barro argilo arenoso	
L1 ar	A ₁	0-20	-	0,2	1,5	49,2	21,6	72,5	18,3	9,2	2,7	1,3	-	Barro arenoso	
	A ₁	0-25	-	1,5	7,1	43,7	27,8	80,1	10,7	9,2	4,0	-	-	Areia barrenta	
(P I R A M B O I A)															
B1W/1	A _p	0-20	0,3	4,8	24,0	52,5	12,0	93,6	0,9	5,5	2,7	-	-	Areia	
	A ₃	20-50	-	4,6	28,2	50,0	9,9	92,7	1,0	6,3	2,3	-	-	Areia	
	(B ₁)	50-125	-	4,1	26,5	49,1	11,1	90,8	1,9	7,3	3,0	-	-	Areia	
	(B ₂)	125-180	-	4,9	27,6	46,9	9,5	88,9	1,1	10,0	2,6	-	-	Areia barrenta	
	Tr*	180-300	0,3	2,9	20,9	49,0	13,4	86,5	1,7	11,8	3,7	-	-	Areia barrenta	
B1W/2	A _p	0-18	-	2,3	14,7	56,2	17,8	91,0	1,0	8,0	2,4	-	-	Areia	
	A ₃	18-50	-	0,9	10,4	60,3	17,6	89,2	2,5	8,3	2,4	-	-	Areia	
	(B ₁)	50-110	-	0,7	10,4	58,2	18,6	87,9	1,9	10,2	3,2	-	-	Areia barrenta	
	(B ₂)	110-200	-	0,8	11,2	56,1	18,0	86,1	2,9	11,0	2,9	-	-	Areia barrenta	
(A M H E M B I)															
PVLs	A ₁	0-38	-	1,5	11,2	30,1	46,0	88,8	5,4	5,8	2,5	-	-	Areia	
	A ₂	38-55	-	0,4	8,7	29,9	49,9	88,9	6,4	4,7	3,1	-	-	Areia	
	B ₂₁	55-88	-	0,8	8,1	22,5	41,0	72,4	4,8	22,8	13,2	-	-	Barro argilo arenoso	
	B ₂₂	88-120	-	0,3	7,6	21,3	42,7	73,9	5,5	20,6	9,5	-	-	Barro argilo arenoso	
	B ₃	120-180	-	0,3	7,2	23,1	44,1	74,7	8,6	16,7	6,8	-	-	Barro arenoso	
L1/2	Tr*	180-200	0,4	1,0	10,1	24,5	27,7	63,7	5,3	11,0	13,0	3,4	-	Barro argilo arenoso	
	A ₁	0-37	-	3,3	12,5	21,3	44,3	81,4	13,2	5,4	4,7	3,5	-	Areia barrenta	
L1/2	A ₁	0-30	-	3,3	14,9	22,7	33,1	74,0	20,3	5,7	4,6	0,5	-	Barro arenoso	
	B/C	30-45	-	2,1	12,3	17,8	26,8	59,0	18,1	22,9	16,7	0,8	-	Barro argilo arenoso	

Tr* = Amostras efetuadas com trado.

TABELA 2 Resultados das análises químicas dos perfis.

PERFIL	HORI ZONTES	PROFUNDI DADE (cm)	pH		MATERIA ORGANICA %	COMPLEXO TROCAVEL - e. mg/100 g DE SOLO								SAT. DE BASES	
			AGUA	XCL		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺	Al ³⁺	PO ₄ ³⁻	CTC	V [*]	V ^{**}	
			1:2,5	1:2,5											
S O L O S D A A R E A A (J U Q U I R A T I B A)															
PVA	A ₁	0-25	5,8	4,8	0,52	1,04	0,08	0,06	1,60	0,32	0,010	2,00	59,0	38,1	
	A ₂	25-80	5,8	5,0	0,21	0,40	0,16	0,04	0,72	0,32	0,005	1,40	42,9	36,6	
	B ₂₁	80-120	5,7	4,8	0,41	1,36	0,16	0,02	1,12	0,32	0,005	1,60	96,2	51,7	
	B ₂₂	120-160	6,1	5,0	0,26	1,20	T	0,04	0,80	0,32	0,005	1,60	77,6	52,5	
	Tr*	160-260	6,2	5,4	0,16	0,64	0,16	0,04	0,16	0,32	0,005	1,80	46,7	63,6	
PVA x	A ₁	0-30	5,0	4,2	0,67	1,28	0,16	0,04	2,00	0,96	0,007	4,20	35,2	33,3	
	A ₂	30-65	5,3	4,3	0,26	0,80	T	0,02	0,56	0,56	0,003	2,00	41,0	42,3	
Liar	B/C	65-110	4,7	4,0	0,60	2,32	0,40	0,06	5,52	3,60	0,003	10,60	26,2	23,4	
	Rocha alterada		4,5	3,9	0,21	0,96	0,24	0,04	8,64	8,24	0,005	10,40	11,9	6,8	
Liar/1	A ₁	0-20	4,8	4,1	1,71	4,64	1,20	0,10	4,88	1,92	0,040	14,00	42,4	46,6	
Liar/2	A ₁	0-25	5,2	4,6	1,96	6,32	1,04	0,16	2,40	0,32	0,093	16,20	46,4	73,4	
S O L O S D A A R E A B (P I R A M B O I A)															
RLV/1	A _p	0-20	5,5	4,8	0,67	0,88	0,64	0,04	0,64	0,40	0,163	2,80	55,7	60,0	
	A ₃	20-50	4,5	4,2	0,41	0,08	0,08	0,03	1,44	0,80	0,013	1,60	11,9	7,8	
	(B ₁)	50-125	4,5	4,1	0,36	0,16	T	0,04	1,68	0,96	0,012	2,20	9,1	7,0	
	(B ₂)	125-180	4,5	4,2	0,26	0,08	T	0,02	1,44	0,88	0,018	2,00	5,0	4,1	
	Tr*	180-300	4,3	4,2	0,41	0,24	T	0,01	1,28	0,96	0,012	2,00	12,5	10,0	
RLV/2	A _p	0-18	4,5	4,2	0,41	0,16	0,08	0,04	1,68	0,96	0,014	2,20	12,7	9,6	
	A ₃	18-50	4,5	4,2	0,47	0,08	0,08	0,01	1,68	0,96	0,010	2,40	7,1	6,0	
	(B ₁)	50-110	4,6	4,1	0,36	0,08	0,08	0,01	1,52	1,12	0,007	2,20	7,7	6,0	
	(B ₂)	110-200	4,6	4,2	0,21	0,08	0,08	0,01	1,44	1,04	0,006	2,20	7,7	6,4	
S O L O S D A A R E A C (A N H E M B I)															
PV1a	A ₁	0-38	5,1	4,4	0,83	1,20	0,24	0,03	1,76	0,48	0,009	3,60	40,8	39,6	
	A ₂	38-55	5,5	4,8	0,41	0,80	0,32	0,02	0,80	0,32	0,005	2,00	57,0	50,4	
	B ₂₁	55-88	5,5	4,7	1,09	2,72	0,72	0,16	1,76	0,40	0,005	6,80	52,9	62,5	
	B ₂₂	88-120	4,7	4,0	0,16	0,56	0,32	0,12	3,52	2,40	0,007	6,00	16,7	14,4	
	B ₃	120-180	4,7	4,0	0,26	0,32	0,24	0,17	3,12	2,72	0,006	4,20	17,4	11,1	
	Tr*	180-200	4,5	3,8	0,36	0,88	0,64	0,18	5,04	3,92	0,010	8,60	19,8	15,9	
L1/1	A ₁	0-37	5,3	4,5	1,14	2,80	0,56	0,36	2,40	0,32	0,010	6,80	54,7	57,8	
	Rocha alterada		4,8	3,9	0,41	2,56	0,96	0,10	7,20	6,88	0,010	14,60	24,8	20,4	
L1/2	A ₁	0-30	6,1	5,7	1,03	4,08	0,32	0,31	0,80	0,24	0,012	6,40	73,6	81,9	
	B/C	30-45	6,5	5,7	0,72	4,16	0,96	0,79	0,96	0,32	0,009	9,60	61,6	82,2	
	Rocha alterada		5,2	4,0	0,52	4,16	0,96	0,29	3,12	1,36	0,009	14,60	36,6	54,7	

Tr* = Amostragem efetuada com trade

V* = Saturação obtida a partir da CTC determinada

T = Traços

V** = Saturação obtida a partir da CTC calculada

tam da TABELA 2.

5.1.3. Comentários sobre os resultados morfológicos, físicos e químicos

Além da caracterização, em si, de cada perfil, com relação aos seus principais atributos morfológicos, as descrições morfológicas possibilitaram o estabelecimento de determinadas constatações, que, juntamente com as análises físicas e químicas, são apresentadas a seguir.

No perfil PVA o horizonte A arenoso é bastante espesso (80 cm), jazendo em contato abrupto com o B, onde o teor de argila sofre brusca elevação; na camada amostrada com o trado o valor dessa fração decresce novamente, porém com uma diminuição menos sensível do que no A. A presença de cerossidade nos horizontes B₂₁ e B₂₂ é indicativa de processos de eluviação-iluviação, também referida como argiluviação (BARTELLI, 1973); entretanto, esse incremento nas partes intermediárias do perfil nem sempre pode ser explicado apenas por esse processo (SIMONSON, 1949; McCALLEB, 1959), de tal sorte que tal empobrecimento do A pode ser devido a um arrastamento oblíquo ao longo das vertentes, como é usual em solos com dominância arenosa (LAMOUROUX, 1972; SEGALIN, 1974), principalmente ao se verificar o caráter de dispersibilidade das argilas em solos dessa natureza, indicado pelos valores de argila natural (TABELA 1).

Além desses mecanismos, a presença de bandas onduladas no perfil PVA é indicativa de processos de coluviamento ao longo das vertentes (QUEIROZ NETO, 1973), a promover o espessamento do horizonte A, o qual, no entender de CARVALHO (1976) e PENTEADO e RANZANI (1973), pode ser considerado como um colúvio moderno repousando sobre um B fóssil; porém, nas encostas mais íngremes, como é o caso do perfil PVA x Liar, aquela camada se torna menos espessa, acentuando os processos erosivos, de modo semelhante ao observado por QUEIROZ NETO e

CASTRO (1974).

Esse contato abrupto é também observado no outro solo correlato de Anhembi (PVls), onde o gradiente textural é ainda mais elevado, com concentrações máximas de argila nos horizontes B21 e B22, diminuindo na camada subjacente (B3), para sofrer novamente uma elevação brusca em seguida, onde o material é de natureza sensivelmente diferente, a revelar uma descontinuidade litológica entre tais materiais, corroborada pela presença de cascalhos juntamente com o material pedogênico (QUEIROZ NETO, 1975).

Certamente, a grande diferença textural entre o A e o B é um caráter de extrema importância na interpretação dos fenômenos erosivos de uma área, pela diminuição da taxa de infiltração de água no perfil e conseqüente incremento do deflúvio, com movimento lateral da água ao longo das vertentes, a favorecer os processos de colúvionamento. É nítida a saturação com água na zona de contato entre aquelas horizontes, quando da sua descrição morfológica. Também KOFFLER (1976) relaciona gradiente textural ao maior sulcamento de uma área, indicado pela sua maior densidade de drenagem e frequência de rios. Tais aspectos relativos a processos erosivos serão retomados posteriormente, no decorrer do trabalho.

Nos perfis RLV/1 e RLV/2, de Pirambóia, as variações texturais são menores, e a argila natural (argila dispersa em água), frequentemente tomada como um indicio da mobilidade dessa fração, mantém-se sempre baixa, principalmente em comparação com os outros perfis (TABELA 1), a indicar o seu caráter floculado nesses solos, característica essa mais generalizada na categoria dos "solos com B latossólico" (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), que QUEIROZ NETO (1975) relaciona com o aspecto de "envelhecimento" da fração argila, e sua conseqüente estabilidade maior, aspecto esse encontrado por excelência em superfícies geomorfológicas mais antigas; essa estabilidade da fração, ao lado do estágio geomórfico senil da paisagem,

contribuiu efetivamente para o amadurecimento do solo. A essa característica associa-se a maior profundidade dos perfis, que é nitidamente mais elevada nesses solos RLV, tomada também como um indício do seu estágio de maturidade.

Mesmo em perfis menos espessos, portanto menos evoluídos, como é o PVA x Liar, essa brusca elevação no teor de argila do A₂ para o B/C e argila natural correlativamente mais elevada são observadas, a reafirmar a constatação de QUEIROZ NETO (1975), a respeito da relativa rapidez para a formação de horizontes argílicos (B textural), podendo-se concluir, por outro lado, que camadas dessa natureza podem ser encontradas em materiais relativamente recentes. Tal fato é bastante expressivo em perfis ainda mais jovens, como se verifica pela presença de cerosidade no perfil Li/2 de Anhembi.

Frequentemente tomada como um índice da evolução atingida por um solo é a sua saturação em bases - V%, cujos baixos valores em superfícies jovens, GAMBLE e DANIELS (1974) atribuem a um rápido intemperismo, ou a um material de origem com baixo teor em bases, com pouco ou nenhum material alterável.

Os dados apresentados na TABELA 2 confirmam o maior grau de evolução atingido pelos perfis da área B (Pirambóia) - RLV/1 e RLV/2, cujos valores V% são nitidamente inferiores aos dos outros solos. Como é de se esperar, a maior riqueza em bases é encontrada nos solos **litólicos**, onde o cálcio é o cátion dominante por excelência; entretanto, sua mobilidade é patente nos horizontes de lixiviação mais intensa, como é o caso dos A₂ dos solos podzólicos (PVA e PVls). - Nos solos RLV o complexo sortivo é dominado pelo hidrogênio, elemento que substitui as bases, num processo de **alteração** mais intenso.

O magnésio assume maior importância nos solos litólicos, bem como o potássio, diminuindo sobremaneira nos solos mais desenvolvidos. De modo análogo comportam-se os va-

lores de CTC, a indicar a maior riqueza em bases e maior atividade das argilas nos solos menos evoluídos. Também relacionados aos níveis de atividade do solo, estão as quantidades de carbono, ou de matéria orgânica, como observou QUEIROZ NETO (1975), pelos maiores valores em Litossolos e solos com B textural, quando comparados aos solos com B latossólico, para semelhantes teores de argila. No presente caso, mesmo em amostras com teores de argila sensivelmente baixos, os Litossolos são os que apresentam valores mais elevados de matéria orgânica (TABELA 2), levando-se a supor também uma maior força de sua ligação aos colóides do solo, requerendo-se um número muito grande de tratamentos com peróxido de hidrogênio, para a sua parcial destruição, como que a corroborar a afirmação de MARCOS e KINJO (1967), a respeito de os elevados teores constituírem uma característica diagnóstica desses solos.

Os valores de saturação em bases dos podzólicos das duas áreas (A e C) são bastante diferentes entre si (TABELA 2), com muito maior dessaturação do complexo trocável no PVls (Anhembi), principalmente nas camadas mais profundas; solos com baixos valores $V\%$, originários de arenitos, foram agrupados na unidade de mapeamento Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras - PVls (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), ao passo que não há menção a solos da Depressão Periférica, originários de arenitos, com valores $V\%$ mais elevados, razão pela qual optou-se pela designação PVA ao perfil em tais condições.

Outra característica adicional indicativa de pequeno grau de evolução atingido pelos Litossolos são os teores relativamente elevados de silte (VAN WAMBEKE, 1967), sendo que ao tecer comentários a esse respeito, a COMISSÃO DE SOLOS (1962) coloca tais unidades como componentes de uma fase de um único processo de intemperismo tropical: "elevados teores de silte são normalmente uma indicação de que o intemperismo latossólico não se acha em fase bastante avançada". Nos perfis de Firamboia (RLV/1 e RLV/2) os teores de silte são

bastante baixos, confirmando o seu estágio avançado de alteração (SEGALEN, 1974), a par das outras características discutidas.

Ainda com relação aos dados apresentados, assume especial destaque a presença de "stone-lines" em determinados perfis (Li/1 e Li/2), a indicar descontinuidades entre os materiais situados acima das mesmas e o subjacente (RUHE, 1956), constatação essa à qual SEGALEN (1974) atribuiu grande importância no estudo dos solos de regiões tropicais, permitindo melhor estabelecimento das relações entre solos e relevo, a substituir o caráter "verticalista" tradicional dos estudos pedológicos.

Entretanto, como visto anteriormente, outros aspectos são também indicativos da natureza transportada dos materiais (bandas onduladas no PVA, natureza sensivelmente diversa do substrato, no PVls), a revelar a natureza pobre em produtos detríticos da massa coluvial (BIGARELLA et alii, 1965), sem a ocorrência de "stone-lines" entre as camadas descontínuas.

À exemplo da região de Furnas (COMISSÃO DE SOLOS, 1962), nem mesmo os solos litólicos, de seções de erosão geológica atual, ou de rejuvenescimento mais recente do relevo, estão inteiramente isentas de descontinuidades entre o solo e a rocha imediatamente subjacente, e, por vezes ocorre apenas como que uma acomodação da capa superficial sobre a rocha, idéia que parece perfeita para o perfil Li/1, em que o horizonte superficial, com apenas 5,7% de argila (TABELA 1), está disposto sobre um substrato de textura sensivelmente mais fina.

Os colúvios pedo-eneizados sobrepondo as "stone-lines" são interpretados como testemunhos de fases climáticas mais úmidas, subsequentes a fases mais secas, responsáveis pelo estabelecimento de tais materiais detríticos (ABREU, 1976). Também AB'SABER (1969b) e MODENESI (1974) admitem que as "sto

"stone-lines" que, em geral se estabelecem sob materiais de vertentes pouco espessos, acompanhando superficialmente a topografia atual, estão relacionadas à última grande expansão dos paleopavimentos, correspondentes ao derradeiro estágio seco regional.

Desse modo, é provável que os solos das áreas A (Juquiratiba) e C (Anhembi), originários de processos coluviais, associados ou não a "stone-lines", ou desenvolvidos diretamente sobre a rocha original (como parecem ser os Litossolos da área A; bem como as camadas mais profundas dos demais solos dessa área), estariam distribuídos em uma superfície elaborada em tempos mais próximos dos atuais, quando comparados aos da área B (Pirambóia).

Tais constatações vão de encontro às de VILLIERS (1965), ao verificar que o pré-intemperismo e o arrastamento do solo podem provocar mistura de materiais de diferentes proveniências, com a ocorrência de mais espécies de materiais de origem do que diferentes tipos de rochas, o que, certamente, não é tão usual em zonas temperadas. A par de diversas áreas tropicais que sendo caracterizadas pormenorizadamente, é muito pertinente, na região presentemente estudada, a idéia de QUEIROZ NETO (1976), que cada perfil representa uma história particular, sujeito a episódios comuns aos outros vizinhos, de les recebendo influências, mas tendo pontos de partida em épocas diversas.

Tal tipo de análise será abordado ao longo de toda a discussão, pelo apoio que as demais determinações oferecem, cujas explicações vão ser frequentemente encontradas nos processos paleoclimáticos envolvidos, utilizados por CHRISTOFOLETTI e FENTEADO (1970) para explicar a macro-compartimentação da Depressão Periférica, com períodos de pediplanação e erosão, cujas mudanças climáticas ao longo do Quaternário repercutiram por toda a paisagem, como bem atestam as "stone-lines" separando camadas coluviais.

A evidência de que as interpretações não podem ser baseadas unicamente em processos "lineares" ou tradicionais (QUEIROZ NETO, 1976) é confirmada mediante múltiplos aspectos, como no perfil PVA de Juquiratiba, revelando a presença de bandas onduladas (processos de vertente - coluvionamento) e de cerosidade (processo que pode ser puramente pedológico), ao lado de perfis litólicos (Liar/1 e Liar/2), provavelmente desenvolvidos diretamente sobre a rocha original, não se excluindo também possibilidades de coluvionamento, típicas nos Litossolos da área C (Anhembi). Não muito distante, na área B (Pirambóia), ocorrem materiais de natureza nitidamente diversa, muito provavelmente correlacionados a uma superfície mais antiga.

Assim, o comentário de PELLERIN (1974) é de real importância, ao afirmar que na cartografia das formações superficiais das áreas tropicais deve-se levar em conta os tipos de argilas nas diferentes posições da paisagem, a permitir a definição do grau de alteração das diversas formações que puderam compor o perfil e suas distribuições. Esse tipo de análise é efetuado a seguir.

5.2. Análises mineralógicas

As interpretações mineralógicas aqui apresentadas visam tão somente elucidar quais são os minerais mais caracteristicamente ocorrentes, a frequência relativa de suas presenças, bem como determinadas evidências a respeito de suas origens, no cumprimento dos objetivos propostos, sem outro aprofundamento que a mineralogia pode ensejar.

5.2.1. Difração de raios X e análise térmica diferencial

a) Perfil PVA

Os difratogramas de amostras desse perfil (Figu

ra 5) demonstram a ampla ocorrência de caulinita, que nas lâminas de pó sem orientação preferencial - "pó" (Figura 5 e, f, g) é perfeitamente caracterizada pelos picos correspondentes aos seguintes espaçamentos (em angstrom): 7,2 - 4,37 - 3,57 - 2,57 - 2,51 - 2,38 - 2,34 - 2,29. O termograma correspondente (Figura 6a) revela o intenso pico endotérmico culminando a 590°C, relativo àquele mineral.

A gibbsita ocorre em quantidades pequenas, a julgar pelos seus pequenos picos característicos, por vezes de má conformação, sendo mais evidente na amostra B21 (picos a 4,06 e 4,37), conforme Figura 5f; essa mesma amostra aquecida a 500°C mostra a destruição da caulinita e gibbsita (Figura 5d). A ATD confirma a pequena expressão deste mineral, pelo pequeno pico endotérmico a 305°C (Figura 6a).

Os diversos difratogramas apresentados desse perfil denunciam ainda as presenças também secundárias, em ocorrência, de outros minerais, como a montmorilonita (10,9), vermiculita e/ou minerais interestratificados (cerca de 14 na amostra natural ou com glicerol, reduzindo para 12,5 sol aquecimento a 490°C, na forma de banda (Figura 5a, b, c), illita incipiente (10 Å), quartzo (3,34 Å) e um mineral caracterizado pelo pico a 3,98 Å, típico do diásporo, mas que pode ser confundido com reflexão residual da metahaloisita (entre 3,8 e 4,4), mencionada por SIEFFERMANN (1973), conforme os difratogramas de pó (Figura 5 e, f, g).

b) Perfil PVA - Liar

Nesse perfil mal drenado, de transição, a montmorilonita é o principal mineral, cujos picos que bem a definem correspondem aos espaçamentos 12,5 - 6,27 e 3,13, relativos às diversas ordens; os picos de caulinita são nitidamente inferiores aos do perfil anterior (7,2 - 3,57 e 2,39), apesar de bem definidos, como mostra o difratograma da Figura 5 h.

FIG. 6 - Termogramas de argilas dos perfis estudados.
(valores numéricos em °C).

O termograma da Figura 6b comprova a ocorrência de caulinita em quantidade visivelmente inferior à do perfil anteriormente analisado, cujo pico culmina a temperatura também inferior, podendo ser indicativo de sua menor cristalinidade. O mesmo diagrama evidencia a gibbsita (325°C), em pequena quantidade e a influência da matéria orgânica (reação exotérmica com máximo a cerca de 400°C). A importante perda de água higroscópica a 120°C é atribuída principalmente à montmorilonita. O pequeno pico endotérmico a 940°C é mais usual da ilita, devendo-se mencionar também que o pico a 575°C , além da caulinita, pode ser atribuído a outros minerais, como à própria ilita e mesmo à montmorilonita: CAILLÈRE e HENIN (1963) referem-se a pico desse mineral a 650°C , e PAQUET (1970) a 500°C .

c) Perfil Liar/1

Sem qualquer dúvida, o principal mineral é a montmorilonita, conforme demonstra a Figura 5i, referente à amostra orientada, cujos picos principais são: 12,5 - 6,27 e 3,19. Pequeno pico a 3,34 tanto pode ser atribuído à ilita (3a. ordem), uma vez que ocorre outro bem fraco a 5 Å (2a. ordem), como ao quartzo, em quantidade fraca, ou ainda a ambos.

O termograma da Figura 6c tem de principal a revelar, a grande quantidade de água perdida a 140°C , certamente devido à montmorilonita, em especial. Também a reação exotérmica da matéria orgânica residual é aqui notada, a sugerir sua forte ligação aos colóides do solo, mesmo após vários tratamentos com água oxigenada (PAQUET, 1970; LAMOURROUX, 1972). O incipiente pico endotérmico a 410°C pode indicar a mencionada presença de quartzo (SIEFFERMANN, 1973), assim como a 555°C - pode ser da ilita, ou mesmo do quartzo (MACKENZIE, 1957), como também minerais da família da montmorilonita (PAQUET, 1970); a caulinita parece excluída, pela não ocorrência no difrato-

grama correspondente (Figura 5i). Finalmente, os picos endotérmicos a 675 e 920°C são mais provavelmente atribuídos à montmorilonita. A presença de quartzo em perfil correlato é também referido pela COMISSÃO DE SOLOS (1960).

d) Perfil Liar/2

Na fração argila extraída da rocha (Figura 7b) a ocorrência é quase que exclusiva de montmorilonita (12,4 - 6,27 - 3,13), além do pico muito pequeno (3,33), que pode ser devido ao quartzo e/ou ilita. Na ATD o pico endotérmico a 945°C pode ser atribuído à ilita (Figura 6d), merecendo especial destaque o pico endotérmico a 150°C, que, juntamente com os ocorrentes a 745 e 850°C, devem ser atribuídos à montmorilonita.

Em outra lâmina dessa mesma amostra (Figura 5n, o, p), a montmorilonita mostra seus picos 12,4 e 6,2 (argila orientada natural), que, após tratamento com glicerol sofre expansão (17 - 9 e 6) e contração para 9,8, a 490°C.

Na Figura 7a é apresentado o difratograma pó de rocha, coletada a 75-100 cm da superfície do perfil, a revelar a montmorilonita como praticamente o único mineral de argila (secundário); os picos a 3,69 e 2,71 são provavelmente da hematita. Obviamente, pela natureza do material, os principais picos são referentes ao quartzo (4,30-3,69-3,33-2,46-2,28-2,13); os feldspatos mostram os picos 6,42-4,30-3,73-3,24-2,91 e os piroxênios: 4,73-4,50-2,99-2,91-2,51-2,28.

Na amostra do horizonte A₁ ainda esse mineral é quase que exclusivo, mostrando, entretanto, pequeno pico de caulinita, cuja presença é confirmada pelo aquecimento a 490°C, pela sua destruição (Figura 5j, l, m).

e) Perfil RLV/1

Na amostra profunda, coletada com o trado, o

FIG. 7 - Difrátogramas da rocha integral e da argila dela extraída (Perfil Li ar/2).

diagrama do pó (Figura 8a) indica o amplo predomínio da caulinita, com o mesmo sistema de picos referidos para as amostras do perfil PVA, aparecendo um tanto melhor individualizada a gibbsita, apesar da pequena quantidade (pico 4,86 típico desse mineral e 4,37, juntamente com a caulinita).

Por volta de 14,2 há também elevação do "background", na forma de banda, cuja interpretação é facilitada pelo exame do difratograma da Figura 8b, obtido em outra faixa de sensibilidade do aparelho, a indicar a presença de um pico a 13,98 Å, em cuja região BRINDLEY (1951) coloca apenas os montmorilonóides, e outro a 14,2, atribuído à vermiculita e/ou minerais interestratificados, uma vez que a 490°C aparece uma banda na região entre 10 e 14 Å (Figura 8c).

A outra amostra analisada (B₁) apresenta praticamente os mesmos aspectos observados, com a redução do pico 13,98 para uma banda na região de 14 Å sob aquecimento a 490°C (Figura 8d, e, g), a mascarar o da vermiculita (14,2), antes evidenciado; entretanto, aquecimento menos forte (400°C) demonstra a ocorrência de pico a 12,5, atribuído provavelmente à redução da vermiculita e/ou montmorilonita (Figura 8f).

Os termogramas revelam a ínfima ocorrência de gibbsita (Figura 6e, f), pelo pico a 365°C, sensivelmente prejudicado pela matéria orgânica, na amostra B₁; na amostra de trado o mineral praticamente desaparece. Livreira insinuação a cerca de 740°C deve ser atribuída à pequena quantidade de montmorilonita, anteriormente diagnosticada pelo raio X. Fato que chama mais atenção é o pico endotérmico de água higroscópica, que na amostra B₁ é pouco pronunciado, a 90°C, e na outra amostra vai a 180°C, com intensidade bem maior, possivelmente em função da maior quantidade de montmorilonita.

f) Perfil RLV/2

De uma maneira geral, há bastante similaridade

FIG. 8 - Difractogramas de amostras da area B (Pirambóia)
(valores das escalas em angstroms).

com relação ao perfil anterior, no tocante à mineralogia da fração argila, como atesta a Figura 8h. Aparece pico pequeno e nítido a $14 \text{ \AA}$, atribuído à vermiculita, no difratograma da amostra A3 (argila orientada natural), cujos aquecimentos a 350 e 550°C nada mostram de especial, com relação a esse mineral (Figura 8i, j).

Na amostra B2 (Figura 8 l, m) pode-se caracterizar melhor a vermiculita, que de $14,2$ passa a $10 \text{ \AA}$, sob aquecimento a 400°C (Figura 5n); o seu termograma (Figura 6g) é muito semelhante ao da amostra RLV/1 - Tr, e mostra ainda pico pequeno endotérmico a 910°C , atribuído à montmorilonita.

g) Perfil PV1s

Nas amostras A1 e B22 (Figura 9a, b) o difratograma do pó apresenta a caulinita com seus picos até certo ponto semelhantes aos difratogramas dessa natureza anteriormente apresentados. Entretanto, o sistema de picos $2,38$ - $2,34$ e $2,29$ praticamente se reduz ao $2,34$, cuja interpretação pode estar na sua baixa cristalinidade, bem como na presença da metahalloysita, ou ambos os aspectos. A gibbsita apresenta pico pequeno, assim como a illita, e por volta de $14 \text{ \AA}$ ocorre uma banda.

Nas amostras orientadas do horizonte B22 (Figura 9d, e, f) mais uma vez se comprova a ampla dominância de minerais da família da caulinita, aparecendo ainda pico a $18,96$ pequeno, porém nítido, referente à montmorilonita, e ainda a $14,2$, mal conformado e pequeno; no difratograma a 490°C aparece apenas uma banda nessa região (Figura 9f).

A ATD das amostras A1 e B22 demonstra, em especial, os ínfimos valores de gibbsita, e a 800 - 850 e 940 - 980°C pequenos picos de illita e montmorilonita (Figura 6h, i).

A amostra profunda revela bastante diferença com

FIG. 9 - Difratogramas de amostras da área C (Anhembí)
(valores das escalas em angstroms).

as anteriores, pelo intenso pico 10 Å, característico da illita (Figura 9c), e na região da caulinita o pico aparece em posição mais deslocada, por volta de 7,6, não ocorrendo o sistema de 3 p os a 2,38-2,34-2,29, mas apenas uma banda nessa região, características essas típicas da metahaloesita. A 3,34 ocorre pico mais intenso que a 10 Å, que pode ser devido à ocorrência simultânea de illita e quartzo, e há ainda uma ligeira banda a 14 Å. Na amostra orientada (Figura 9g, h, i) a metahaloesita aparece melhor, e a 490°C ela desaparece, restando um único pico a 10 Å, muito intenso, a sugerir a presença de minerais que sofrem contração sob efeitos térmicos (montmorilonita e/ou vermiculita), como também interestratificados 14 Å, pela banda que permanece nessa região.

O termograma dessa amostra (Figura 6j) demonstra os ínfimos valores de gibbsita e temperatura mais baixa de destruição dos minerais da família da caulinita, novamente a sugerir a metahaloesita como importante componente (SIEFFERMANN, 1973), podendo ela coexistir com a caulinita. Pico a 630°C pode ser atribuído ao quartzo, a 750 e a 920°C à montmorilonita e illita; ressalte-se ainda que o pico a 570°C pode ser devido também à mistura caulinita + metahaloesita + illita.

h) Perfil Li/l

O mineral mais importante, pela sua ocorrência, é a montmorilonita, como se evidencia através da Figura 9j, m, n, com seu pico em torno de 12,5, chegando quase a mascarar a illita (10 Å). No difratograma do pó, a 7,34 ocorre uma banda, atribuída especialmente à metahaloesita (ou à sua mistura com a caulinita), que na argila orientada aparece em torno de 7,7 Å. Pico intenso a 3,35 é atribuído ao quartzo, juntamente com a illita (3a. ordem).

Nos difratogramas da Figura 9q, r, observa-se o efeito do glicerol na expansão da montmorilonita, e a 7,55 o

pico da família da caulinita apresenta-se nítido, porém mal conformado, desaparecendo a 490°C (Figura 9o,p); a essa temperatura aparece pico a 12,5, a sugerir a presença de interestratificados (possivelmente montmorilonita-vermiculita), e a 10 Å (ilita).

O termograma (Figura 6 l) revela a menor expressão dos minerais da família da caulinita, com relação aos perfis, mais desenvolvidos, como ainda picos fracos a 315, 710 e 930°C , da gibbsita, montmorilonita e montmorilonita.

i) Perfil Li/2

Os difratogramas de pó sem orientação preferencial da amostra A1 (Figura 9l) e dela mesma orientada, como também da B/C (Figura 9s,t) revelam a ilita como importante mineral (pico 10 Å), acompanhada pelo quartzo, que no diagrama de pó pode ser caracterizado pelos seus diversos picos: 4,23-3,34-2,45-2,28-2,23-2,12, sendo que aquele a 3,34 coincide com o de 3a. ordem da ilita. Outro mineral importante é da família da caulinita, mais provavelmente a metahalóisita, pelo espaçamento 7,66. Além desses, ocorre pico pequeno e nítido de minerais 14 Å, bem como outras reflexões anteriormente não encontradas, que podem ser atribuídas à presença de minerais primários, provavelmente aos piroxênios (2,57) e aos feldspatos (2,97), a revelar a complexidade da fração argila desse solo.

Pelos difratogramas das Figuras 9x, z é possível diagnosticar as presenças de montmorilonita e vermiculita em ambas as amostras, principalmente na forma de interestratificados.

A análise térmica diferencial revela na amostra A1 (Figura 6m) a importante quantidade de água de hidratação das argilas, mais propriamente atribuída à montmorilonita, aí caracterizada pelo pequeno pico a 780°C , seguido pela reação

a 920°C da illita. Fico a 415°C precedendo a caulinita é referido ao quartzo (SIEFFERMANN, 1973). Na amostra B/C a constatação especial é a presença também de gibbsita (325°C), que a sensibilidade da difração de raios X não permite diagnosticar, pela pequena quantidade desse mineral (Figura 6n).

5.2.2. Microscopia eletrônica

As 4 micrografias eletrônicas selecionadas são apresentadas nas Figuras 10, 11, 12 e 13. Na Figura 10 evidencia-se tipicamente a montmorilonita, quase que exclusiva, na argila extraída da rocha pouco alterada do perfil Liar/2 (área A - Juquiratiba); raras placas de caulinita pseudo-hexagonal aparecem associadas, de tamanho bastante reduzido.

Na Figura 11 do perfil PVA x Liar (amostra B/C), da mesma área, porém mais desenvolvido, já se percebe claramente maior ocorrência de caulinita, em placas de tamanhos variados, associada à montmorilonita, e também a outros minerais de formas alongadas, provavelmente haloisíticos.

Na Figura 12, referente à amostra B₁ do perfil RLV/1 (área B - Pirambóia) a caulinita é, por excelência, o mineral tipicamente caracterizado, predominando as placas de tamanho muito reduzido; quando estas apresentam tamanhos mais elevados, as formas poliédricas se tornam mais evidentes, como também verificado por CERRI e ALOISI (1975).

Na Figura 13, relativa à argila extraída da rocha do perfil Li/1 (área C - Anhembi), apenas a montmorilonita pode ser identificada, pelo seu aspecto nebuloso, um dos característicos desse mineral.

5.2.3. Confronto entre os resultados mineralógicos

Com base nas interpretações mineralógicas efe-

FIG. 10 - Micrografia eletrônica da argila extraída da rocha do perfil Liar/2 (10.000 x).

FIG. 11 - Micrografia eletrônica da argila da amostra PVA x Liar - B/C (10.000 x)

FIG. 12 - Micrografia eletrônica da argila da amostra RLV/1 - B₁ (10.000 x).

FIG. 13 - Micrografia eletrônica da argila extraída da rocha do perfil Li/1 (10.000 x).

tuadas, são apresentadas, a seguir, considerações a respeito do grau de evolução atingidos pelos diferentes perfis, nas distintas áreas consideradas, tendo-se verificado muito claramente que, a exemplo de DELVIGNE (1965), para uma mesma precipitação pluviométrica, a drenagem interna pode variar com a posição na paisagem, afetando a velocidade de alteração e a natureza dos produtos formados.

A ampla ocorrência de montmorilonita em solos brasileiros, aqui verificada principalmente nos perfis de Litossolos das áreas A e C, bem como no perfil de transição PVA x Liar, tem sido relatada como decorrente de condições especiais, como o clima peculiar da região Sul (CONÇALVES e MONIZ, 1975), ou do pedo-clima do Pantanal matogrossense (MONIZ et alii, 1975b); na Bahia, em função de solos jovens e/ou paleoclimas (CONCEIÇÃO et alii, 1974; RIBEIRO, 1974); na região de Piracicaba, por efeito de herança da rocha-mãe associada a mudanças climáticas (DEMATTE et alii, 1972).

No caso particular dos Litossolos e do PVAxLiar, presentemente analisados, é perfeitamente justificável o predomínio daquele mineral, dada às condições de drenagem deficitária ocorrentes, com pequena lixiviação de bases, como foi visto anteriormente e, certamente, pequena remoção de sílica, a manter elevada relação Si:Al (KELLER, 1964), a caracterizar, portanto, um meio confinante (BOCQUIER et alii, 1970).

Entretanto, a composição do material de origem é outro fator bastante importante na individualização dos minerais (GELFI e LEVI, 1971; CERRI e ALOISI, 1975), podendo-se aqui confirmar a verificação de DEMATTE et alii (1972), que o material por eles denominado arenito Botucatu fácies fluvial e lacustre, com cimentação calcária, da região de Piracicaba, contém elevados teores de montmorilonita.

Porém, a natureza desse mineral é transitória (PAQUET, 1970), pela sua tendência à alteração em caulinita, e,

como afirmam HANTJENS e BLEEKER (1970), mesmo sob má drenagem, em solos pouco espessos sobre calcário, meio rico em sílica e bases, alguma montmorilonita é transformada em argila caulinitica. Isso pode ser claramente evidenciado no perfil PVA x Liar, quer pelos difratogramas e termogramas (Figuras 5h e 6b), como pela micrografia eletrônica (Figura 11).

Em perfis mais espessos, como o PVA de Juquiratiba, a caulinita assume predomínio absoluto, e a montmorilonita apenas aparece de maneira pouco pronunciada (Figura 5a, b), em certa analogia com a constatação de GONÇALVES e MONIZ (1975), que, mesmo naquelas condições de clima do Rio Grande do Sul, propício à individualização da montmorilonita, nas zonas geomorfológicas mais propícias à lixiviação a caulinita é formada, em detrimento daquele outro mineral.

Evidentemente, sob condições extremas de drenagem excessiva, como ocorre nos perfis RLV de Pirambóia, é de se esperar a ocorrência de minerais estáveis como a caulinita, ao lado de óxidos e hidróxidos, considerados como produtos finais do intemperismo laterítico (VILLIERS, 1965), ou da alteração ferralítica (DELVIGNE, 1965), ou do intemperismo latossólico (COMISSÃO DE SOLOS, 1962), expressão que se presta à designação do mesmo processo, ou conjunto de complexos, que ocorre sob condições de intemperismo elevado, característico de regiões tropicais.

Assim é, que em tais perfis os resultados mineralógicos comprovam o amplo predomínio da caulinita, evidenciado especialmente na micrografia da Figura 12. A elevada ocorrência de montmorilonita no perfil de Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo, dessaturado em bases, profundo e com ótimas condições de drenagem (DEMATTE et alii, 1972) é, de certa forma, inexplicável, à luz das informações colocadas pelos autores: herdada do material de origem em outras épocas favoráveis à gênese desse mineral (clima semi-árido, com

a presença de Ca, Mg, Na, ou ainda clima mais úmido e fraca drenagem). Até certo ponto as verificações de CONCEIÇÃO et alii (1974) poderiam corroborar aquelas constatações, pela semelhante explicação oferecida à existência de montmorilonita, sendo a caulinita atribuída à pedogênese em condições atuais; porém esses solos da Bahia são caracteristicamente jovens e pouco espessos, diferindo sobremaneira daquele anteriormente mencionado.

Apesar da natureza calcária do arenito Pirambóia (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), as condições do meio não são suficientes à síntese da atapulgita, encontrada no arenito Bauru, também de cimento calcário, por PAIVA NETO e NASCIMENTO (1957) e por LEPSCH et alii (1977). Também a mica, importante mineral do arenito Bauru, que se altera para caulinita (MONIZ e CARVALHO, 1973; CARVALHO, 1976), não assume especial importância no material do Pirambóia, ora em estudo, que se mostra também de natureza mineralógica diferente do arenito Botucatu, e seus produtos de alteração "in situ", analisados por DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO (1974), no tocante à importância da mica, acompanhada pela vermiculita, de modo análogo ao relatado por ALOISI et alii (1975), em um Litossolo derivado de arenito na região de Jaboticabal (SP); nos perfis R/LVa, bastante alterados, dispostos nas superfícies Neogênica e Rio Claro, DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO (1974) verificaram que, assim como nos RLV de Pirambóia, a caulinita é mineral quase que exclusivo, acompanhada de pequenas quantidades de gibbsita, mica e vermiculita, havendo uma certa concordância entre os resultados.

Embora as condições gerais para maior expressividade da gibbsita sejam aparentemente ótimas na área B (Pirambóia), a exemplo do que ocorre em solo correlato da região de Rio Claro (ANDRADE, 1971), a explicação para a sua pequena expressão pode ser a mesma invocada por LEPSCH (1975), a respeito da atividade dos íons na solução do solo, num estado de

elevada atividade do ácido silícico, dentro do campo de estabilidade da caulinita, garantida pela dissolução do quartzo, mineral abundante nos materiais dessa área, e que ocorre também na fração argila dos perfis anteriormente analisados, ainda que geralmente em teores reduzidos. Explicação de semelhante natureza é apresentada por GOEDERT et alii (1975), ao relatar as relações caulinita - quartzo - gibbsita, em consonância com a verificação de FAUCK (1972), que a riqueza em quartzo nas rochas é um importante caráter: quando os seus teores descem abaixo de um certo limite, a gibbitização aparece bruscamente.

A respeito da origem da gibbsita via caulinita - pela dessilicificação, a literatura é farta (JACKSON e SHERMAN, 1953; MONIZ e JACKSON, 1967; CARVALHO, 1970), a despeito de sua estabilidade, e, logo, resistência (MAIGNIEN, 1966). Entretanto, ela pode provir também diretamente da alteração de minerais primários, sendo um dos primeiros a se individualizar na fração argila (KELLER, 1964; MELFI e LEVI, 1971); como parece ocorrer mais claramente na camada B/C do perfil Li/2 da área de Anhembi, apesar das quantidades diminutas, juntamente com minerais primários e/ou alteráveis. O que parece definitivo é que a sua permanência no perfil, seja pela alteração da caulinita, ou nos primeiros estágios de alteração dos minerais primários, é altamente dependente de boas condições de drenagem (MOHR e VAN BAREN, 1954; SEGALIN, 1974; CERRI e ALUISI, 1975).

Com relação à vermiculita, apesar de sua pequena expressão, revelada pelos difratogramas, ela ocorre quase sempre, sendo facilmente observada nos perfis mais evoluídos da área B (Pirambóia), por vezes com características de minerais interestratificados. Frequentemente ela tem sido relatada como um produto intermediário da transformação de mica em caulinita (RICH, 1960; MONIZ e JACKSON, 1967; RUELLAN, 1971). Possivelmente a sua estrutura deve apresentar alumínio nas in

tercamadas, conferindo-lhe maior resistência face ao intemperismo, como relatado por MATSUI (1969). Essas evidências parecem corroborar a menção de VILLIERS (1965), relatando a relativa estabilidade de certos minerais vermiculíticos como produtos do intemperismo laterítico, que parecem ser mais resistentes do que o sistema caulim-haloisita.

No tocante à sua ocorrência mais típica em materiais bem drenados (MILLOT, 1964), também esse aspecto pode ser aqui verificado; nos locais onde a ilita assume maior expressão (área C - Anhembi), pode-se, até certo ponto, estabelecer um paralelo com as constatações de LAMOURDOUX (1972), com relação à sua alteração em montmorilonita, sob condições de confinamento do meio, e em vermiculita, sob boas condições de drenagem. O comportamento da ilita e da vermiculita parece ser de natureza oposta face às condições de drenagem (JOHNSON e JEFFRIES, 1957; ESPINDOLA e GALHEGO, 1975).

A ocorrência mais expressiva de ilita nos solos da área C, principalmente na argila extraída da rocha, evidencia a diferente natureza mineralógica de ambos os substratos sedimentares presentes nas áreas (arenito Pirambóia e siltitos da Formação Estrada Nova), sendo ela amplamente relatada como importante componente das rochas sedimentares (RIVIÈRE, 1952; MILLOT, 1952; LUCAS, 1962). Outra diferença é a ocorrência mais intensa de quartzo na referida área, apesar da COMISSÃO DE SOLOS (1968) considerá-lo como o principal mineral no outro tipo de material.

Com relação à metahaloisita, ela aqui ocorre especialmente nos solos cujo embasamento rochoso é da Formação Estrada Nova, sob fraca lixiviação, em condição semelhante à verificada por MELFI e LEVI (1971), a partir da alteração de feldspatos. CERRI e ALOISI (1975) comentam que há necessidade de soluções com relativa concentração de sílica, condições essas ocorrentes nos primeiros estágios de alteração, como é também o caso da amostra profunda do perfil PV1s de Anhembi,

de natureza nitidamente diferente das camadas superiores, nas quais a metahaloisita praticamente desaparece, a indicar a sua transformação em caulinita.

É de se supor, assim, também um caráter transitório para os minerais haloisíticos, mais típicos de materiais pouco desenvolvidos, como os solos jovens derivados de basaltos, estudados por SIEFFERMANN e MILLOT (1968), ou de superfícies recentes (SEGALEN, 1974). Nos solos altamente intemperizados, a literatura raramente relata a sua presença como importante componente da fração argila, e perfis dessa natureza não mostram uma nítida sequência de intemperismo dos horizontes inferiores aos superiores, havendo predominância de apenas um mineral de argila (CADY, 1960), tal como ocorre tipicamente com os solos da área B (Pirambóia), com relação à caulinita (os demais minerais ocorrem em ínfimas quantidades).

Em resumo, a natureza das alterações na região - estão estreitamente correlacionadas à constituição do material de origem e às condições de drenagem, afetadas certamente pelo relevo (MITCHELL, 1962; DELVIGNE, 1965), conduzindo à meteorização dos minerais primários no sentido da bissialitização - sob drenagem pobre, ou no da monossialitização (caulinização) - sob boas condições de lixiviação, de acordo com os processos relatados por PEDRO (1969).

Uma vez que o estudo do desenvolvimento e expansão das redes de drenagem possibilitam elucidar e explicar as formas de relevo em seu conjunto, e que a morfologia regional pode ser considerada como consequência direta das adaptações do sistema de drenagem (CHRISTOFOLETTI e ARANA, 1976), a par dos processos de alteração dos solos serão abordados tais elementos, na verificação de até que ponto a análise da rede de drenagem pode evidenciar diferentes composições morfo-estruturais dos compartimentos existentes, conforme menção de ABREU (1976).

5.3. Análise da rede de drenagem e da evolução do relevo

A observação das fotografias aéreas da região de estudo revela o desenvolvimento de amplas planícies aluvionais, principalmente ao longo do Rio do Peixe, principal afluente do Tietê nessa área. Também ao longo do Rio Salgado, no Distrito de Juquiratiba, essas planícies são expressivas, em contato com os terrenos declivosos que aí predominam.

Na área de Pirambóia os diversos tributários do Rio do Peixe apresentam também esses aspectos, como os Ribeirões Água Clara e Água do Brejão, ou os Córregos Rancho das Bicas e Caracatu, e as vertentes extensas e pouco inclinadas aí terminam, como que se confundindo.

Em direção a Anhembi há também trechos do Ribeirão dos Remédios com tais áreas sujeitas a inundações, porém nessa área o aspecto não é tão generalizado, revelado pelos vales menos abertos, com uma possível influência do material geológico presente, numa zona de contato dos materiais anteriormente referidos.

Um aspecto frequente na região é a formação de meandros ao longo das planícies aluviais, que pode ser tomado como indicativo do estágio de maturidade do relevo, conforme o entender de ABDALLA (1973); outra observação feita por esse autor, aqui também verificada, é a ocorrência de meandros abandonados e a divagação do leito pela planície, a se estabelecer por toda a extensão e a sugerir a evolução para o estágio de senilidade. Tais eventos podem ser verificados em toda a sua magnitude ao longo dos vales do Rio Salgado, dos Ribeirões Água Clara e Água do Brejão, bem como no Córrego - Rancho das Bicas.

Assim, utilizando-se das idéias de HACK (1972), tais áreas estariam correlacionadas ao conceito de superfície final, por ele defendido, a significar uma topografia equilibrada, ou com tendência ao equilíbrio, apresentando uma forma

para eficiente remoção de detritos, com pedimentos ou rede de pedimentos correlativos em posição de sopé das vertentes em retração.

Também PENTEADO (1974) comenta que o meandro de um rio é um elemento indicativo do estado de equilíbrio, lembrando o aspecto meandrante em determinados trechos do Rio Tietê, facilmente observável na área de estudo, próximo a Anhembi. Para a autora, tais aspectos podem ser resultado de mudanças climáticas, pela alteração carga/débito dos rios, ou seja, nem sempre os meandros apresentariam relação direta com as características hidrodinâmicas atuais, como bem demonstram os meandros abandonados, amplamente encontrados na região ora em estudo. Entretanto, o difícil é antever a magnitude de tempo, bem como das condições climáticas, necessárias e/ou suficientes para produzir tais feições. Se houver necessidade de um longo período, em termos geológicos, acompanhado naturalmente de sucessivos cavamentos e deposições pelo rio, em razão das variações carga/débito, para que tais episódios se mostrem na plenitude que são aqui encontrados, tais eventos podem ser evidentemente correlacionados às alternâncias climáticas ocorridas durante o Quaternário, em diversas regiões do globo (CHATELIN, 1967; MATSUI, 1969; HERVIEU, 1970), e particularmente na província da Depressão Periférica paulista (AB'SABER, 1969a; AB'SABER, 1969b; PENTEADO, 1969; QUEIROZ NETO, 1969).

Guardadas as devidas proporções, a área em apreço revela condições que podem ser correlacionadas àquelas mencionadas por MOTTI e MOTTI (1975), em que a morfogênese é mais ativa do que a pedogênese nas condições atuais, traduzida a) pela erosão dos solos sobre as encostas mais íngremes, b) com remanejamentos em outros setores dos interflúvios e c) depósitos com remanejamento nos vales. De fato, como bem demonstram as Figuras 14, 15 e 16 em um espaço de tempo de apenas 10 anos, aspectos da erosão acelerada, sob a forma de sulcos - denominados "cabeceiras de erosão" por ALARAL e AUDI, 1972 - po-

FIG. 15 - Evolução das "cabeceiras de erosão" na área B - Decênio 1962/1972.

FIG. 16 - Evolução das "cabeceiras de erosão na área C - Desc. - Rio 1962/1972.

dem ser cartografados, com base nos levantamentos aerofotogramétricos de 1962 e 1972. Para QUEIROZ NETO (1975) essas cabeceiras testemunham ações erosivas regressivas, cujas partes avançadas, menos atacadas pela erosão, conservam muitas vezes materiais alterados mais espessos, como é o caso do PVA de Juquiratiba. Com relação às vossorocas, a região apresenta abundância desse tipo de erosão, cujo estudo evolutivo vem merecendo a atenção por parte dos pesquisadores (ROCHA PIEDADE et alii, 1976).

No tocante ao remanejamento em outros setores dos interflúvios, mencionado por MOTTI e MOTTI (1975), ele pode ser evidenciado particularmente em determinados locais, como no perfil PVA (área A), apresentando bandas onduladas, e nos demais perfis com "stone-lines", conforme discussão efetuada anteriormente. No que tange aos depósitos de vales, referidos por aqueles autores, as planícies de inundação são testemunhos, por excelência, de tais materiais aluviais/coluviais.

O enriquecimento dessas "caixas aluviais" são, assim, resultado desses ravinamentos ativos e forte descarnamento nas vertentes mais vigorosas, que, para AB'SABER (1972), - são mais efetivos sob condições de alternâncias climáticas, relativas principalmente aos períodos de transição, quando a agressividade é exagerada. Quem percorre o vale do Rio Salgado percebe claramente a vastidão de sua planície aluvial, que tem recebido contribuições expressivas das vertentes em rejuvenescimento, a revelar a natureza policíclica do relevo aludida por ABDALLA (1973). Para PENTEADO (1974) essas retomadas erosivas são determinantes de um relevo policíclico, formado por elementos topográficos distintos, datados de épocas diferentes, tendo como causas principais as modificações do nível de base e as alternâncias climáticas do Quaternário.

A explicação para tais ocorrências encontra fundamento em SOARES (1973), ao afirmar que muito provavelmente essa retomada erosiva da atualidade possa estar relacionada a

um movimento epirogenético positivo, muito lento e agindo em impulsos, como mencionam também AZOLIN et alii (1975), referindo-se ao abaixamento do nível de base ou soerguimento da superfície pediplanada e agradada, que condicionou a intensificação dos processos erosivos e deposicionais mais recentes, localizando e implantando a atual rede de drenagem e a individualização das presentes superfícies geomórficas, assim como a exposição de diferentes litologias aos processos pedogenéticos.

O aspecto de nivelamento dos cimos dos principais interflúvios obedece, naturalmente, à tendência geral dos processos ocorridos na Depressão Periférica, tendo como causas - as alternâncias secas e úmidas ao longo do Quaternário, que PENTEADO (1969) estabeleceu como tendo sido quatorze, a partir de estudos detalhados por ela efetuados na Bacia de Rio Claro. Tal feição pode ser visualizada pela observação da Figura 17, apresentando o perfil topográfico ao longo da rodovia de acesso principal a Anhembi, a partir da Marechal Rondon.

A análise do aludido perfil permite entrever três principais compartimentos topográficos na região: correspondente a níveis em torno de 600 metros, raramente atingindo 630 metros, é encontrada a unidade geomorfológica que, a sudoeste da área de estudo - na zona da Serra do Limoeiro, corresponde à superfície Neogênica de MARTONNE (1943), elaborada no Terciário Superior (Neogeno), e correspondendo à superfície interplanáltica mais antiga da Depressão Periférica, conforme estudos promenorizados efetuados por DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO (1974). Como formações superficiais tal unidade comporta predominantemente o Regossolo Intergrade Latossolo - Vermelho Amarelo - fase arenosa, sob vegetação de cerrado, relevo suave, e a cronologia relativa é referida o Plio-Pleistoceno. Deve haver uma correspondência entre tais materiais e aqueles referidos como Cenozóicos, relatados por SOARES (1975).

FIG. 17 - Perfil topográfico esquemático, ao longo da rodovia de acesso a Anhembi, a partir da Marechal Rondon.

Apenas em determinados locais isolados, cotas atingindo 600 metros são encontradas (como no Bairro Água Clara, próximo à Pirambóia, por exemplo). Adentrando cada vez mais na área de estudo, em sequência ao corte topográfico, destaca-se o segundo compartimento, caracterizado por um relevo bastante aplainado, em que as cotas estão entre 580 e 560 metros, em uma extensa faixa ao longo da estrada para Anhembi; analogamente à unidade anterior, o solo é da mesma categoria, cujos perfis foram aqui designados RLV/1 e RLV/2. Também a vegetação original característica é o cerrado, que vem sendo substituído gradativamente pelo reflorestamento com eucalipto. Esta unidade topográfica identifica-se principalmente com a área B (Pirambóia), descrita anteriormente.

Em seguida, surge o outro compartimento mencionado, mais rebaixado, onde as cotas estão usualmente abaixo de 560 metros, e mais frequentemente por volta de 540 metros, com valores diminuindo em direção ao Tietê, e em diversos locais em contato com as planícies de inundação, que, a rigor, poderiam ser tomadas ainda como outro compartimento característico. Essa terceira unidade comporta uma grande diversidade de solos, quando comparada às anteriores, os quais podem ser mais convenientemente caracterizados mediante a sua colocação nas áreas A (Juquiratiba) e C (Anhembi), sendo que na primeira o relevo é mais acentuado, com dominância de Litossolos - fase substrato arenito calcário, e na segunda predomina o Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

De forma análoga à observada por DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO (1974), cada parcela apresenta formações superficiais e solos característicos, em diferentes estágios de alteração, e com propriedades pedogenéticas variadas, conforme discussão anteriormente efetuada. Uma vez que a rede de drenagem evidencia diferentes composições morfo-estruturais dos compartimentos existentes (ABREU, 1976), assume especial interesse a sua caracterização analítica, com o intuito de se ve-

rificar até que ponto diferentes unidades de solos podem estampar também diversidades em suas redes de drenagem, querns distintos compartimentos topográficos (A e C versus B), como nas diferentes áreas pré-estabelecidas (AxBxC), de per si.

Nas Figuras 18, 19 e 20 são apresentadas as amostras circulares de 10 km², em 7 repetições para cada área, que possibilitaram a obtenção dos índices densidade de drenagem - (Dd) e frequência de rios (Fr), propostos por HORTON (1945) para quantificar a rede de drenagem, cujos valores determinados estão expostos na TABELA 3; a análise estatística aplicada a esses resultados é apresentada na TABELA 4.

Os valores encontrados são sensivelmente diferentes nas três áreas consideradas, nitidamente inferiores na área B (Pirambóia), onde ocorre a unidade de solo convencionalmente aqui designada RLV. A análise estatística revela que, tanto para a Dd como para a Fr, os tratamentos foram significativos ao nível de 1% de probabilidade.

A comparação de médias pelo teste de Tukey demonstra que, para a Dd, os tratamentos A-B e B-C são também estatisticamente diferentes ao nível de 1%; embora A e C não difiram significativamente, pela sensibilidade do teste, na quase totalidade das repetições os valores daquele índice são superiores na área A (Juquiratiba). Com relação à Fr, há diferenças significativas ao nível de 1% entre A-B e B-C, ao passo que A e C diferem apenas ao nível de 5%.

Comparando os resultados obtidos com aqueles encontrados por FRANÇA (1968), em solos similares - originários de produtos de alteração do arenito Botucatu, há uma concordância no aspecto dos valores crescentes de Dd e Fr, na sequência: RLV - Solos com B textural - Litossolos, em consonância com a afirmação de FROST (1960), que solos semelhantes ocorrem com padrões semelhantes.

Na comparação entre cada unidade particularmente,

FIG. 18 - Amostras circulares (10 km²) da rede de drenagem da área A (JUIRATIBA).

4

3

2

1

7

6

5

FIG. 19 - Amostras circulares (10 km²) da rede de drenagem da área B (PIRACICÓLIA).

1

2

3

4

5

6

7

FIG. 20 - Amostras circulares (10 km²) da rede de drenagem da área C (ANHEMBI).

TABELA 3 . Valores de densidade de drenagem (Dd) e frequência de rios (Fr), por repetição.

Amostras Circulares	ÁREA A (Juquiratiba)		ÁREA B (Piramboia)		ÁREA C (Anhembi)	
	Dd	Fr	Dd	Fr	Dd	Fr
1	2,75	9,80	1,40	5,70	2,75	6,50
2	2,90	11,50	1,95	3,60	2,40	8,90
3	2,80	6,50	1,20	3,90	2,75	9,40
4	3,45	14,50	1,55	2,70	2,85	11,90
5	2,55	10,40	1,65	4,30	2,35	7,50
6	3,35	13,90	1,85	4,00	2,65	8,50
7	3,35	13,90	1,75	4,40	2,50	8,60
MÉDIA	3,02	11,50	1,62	4,10	2,61	8,76

TABELA 4 . Análise de variância e teste de Tukey.

Tratamentos	MÉDIAS DAS REPETIÇÕES	
	Densidade de Drenagem	Frequência de Rios
A	3,02	11,50
B	1,62	4,10
C	2,61	8,76
F Trat. (1% probab.)	46,86	24,79
D.M.S. 5%	0,49	2,67
[Tukey] 1%	0,61	3,47

os valores aqui observados são um tanto mais elevados do que os encontrados por aquele autor; tal fato pode ser interpretado principalmente em função da natureza do substrato rochoso, ou seja, das características transmitidas pelos arenitos Botucatu e Pirambóia. Neste último, é frequente a presença de extratos mais argilosos a determinados níveis do depósito sedimentar, que podem provocar maior dificuldade à infiltração de água, com aumentos correlativos na relação infiltração/deflúvio, mencionada por LUEDER (1959).

Outro fato que corrobora tais suposições é a relativamente pequena espessura dos arenitos do Pirambóia, situados sobre os siltitos Estrada Nova, menos permeáveis (DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO, 1974), a conferir, por vezes, mosqueamentos em profundidade, reflexo das condições menos favoráveis de drenagem interna, tal como acontece no perfil PVA x Liar. Essas constatações estão em concordância com RICCI e PETRI (1965), em que a presença de materiais relativamente impermeáveis (argila, folhelho) a determinadas profundidades afeta a natureza do padrão de drenagem.

Tais aspectos relacionados à litologia podem ser também utilizados para explicar por que os índices quantitativos das áreas A (Juquiratiba) e C (Anhembi) não apresentaram diferenças mais sensíveis do que as encontradas. De fato, apesar do predomínio de Litossolos - fase substrato arenito calcário na área A e de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras na área C, nesta ocorrem também Litossolos associados, nos quais o horizonte A jaz em discordância litológica com materiais do Estrada Nova, como também as camadas mais profundas dos solos com B textural. Tal fato certamente acarreta menor infiltração e, conseqüentemente, maior deflúvio, o que vale dizer menor resistência à erosão, e um aumento correlativo da Dd, a demonstrar que as fotografias aéreas revelam a drenagem efetiva do perfil (RAY, 1963).

Analisando-se os dados em função do relevo, as-

pecto esse estreitamente relacionado com a profundidade do perfil, é realmente de se esperar que na área de solos RLV (Pirambóia) o padrão seja pouco denso, dada à elevada permeabilidade do material, com drenagem excessiva, sob um relevo suave; a despeito de sua alta suscetibilidade à erosão, caráter esse que vem causando sérios transtornos na construção da estrada asfaltada de acesso a Anhembi, aqueles atributos se superimpõem a esse fator, no tocante aos índices quantitativos da rede de drenagem, constituindo-se num dos casos de exceção que o próprio RAY (1963) admite como serem diversos (com respeito à relação entre Dd e resistência à erosão). Entretanto, são muito expressivos os aumentos de canais de 1ª ordem nas bacias da área B (Figura 15), que na do Ribeirão Barracão é de 32,4% (37 canais em 1962 e 49 em 1972) e na do Ribeirão Água do Brejão atinge 52,4% (de 42 passa a 64 canais, no referido decênio); valor da ordem desse último só é encontrado na área A - bacia do Córrego Daniel Leite: 55,6% (de 81, em 1962, passa a 126, em 1972), conforme a Figura 14, provavelmente por ser uma zona de contato dos materiais do Pirambóia e do Estrada Nova, segundo o mapa geológico de SOARES (1975), além, logicamente, do relevo excessivo e pequena espessura dos solos.

Como também verificou KOFFLER (1976), dentre os solos mais espessos aqui analisados (RLV e Podzólicos), aqueles com maior gradiente textural (solos com B textural) são os que apresentam os índices de drenagem mais elevados, a evidenciar a importância dessa característica no estudo da relação infiltração/deflúvio; ao lado da posição topográfica ocupada pelos solos (relação com o relevo), pelas modificações impostas às condições de dinâmica da água (SOUZA, 1975). Tais fatores, aliados à natureza do embasamento rochoso, são os explicativos para as principais diferenças nos valores dos parâmetros das redes de drenagem para os Podzólicos originários de diferentes arenitos (FRANÇA, 1968; VASQUES FILHO, 1972; KOFFLER, 1976).

Considerações semelhantes podem ser estendidas - aos diversos Litossolos, que apresentam, via de regra, elevados valores de Dd e Fr, independentemente da natureza do substrato rochoso (FRANÇA, 1968; MARCHETTI, 1969; FREIRE, 1977).

A partir dos elementos analisados, verifica-se - que, à exemplo de AUDI (1972), a drenagem e as características erosivas (naturalmente o relevo incluído, como elemento - indissociável) são componentes fundamentais nos estudos de fto interpretação de solos.

A ação do relevo, relatada por PENTEADO (1974) , influenciando a dinâmica da água nos perfis, e propiciando a diferenciação dos solos na "catena", aqui evidenciada claramente nos diversos aspectos tratados, pode ser analisada também de maneira inversa, numa recíproca verdadeira (influência dos solos sobre o relevo), a partir dos mesmos resultados, e da constatação de FRANÇA (1968), ao relatar que materiais de texturas semelhantes e depositados pelo mesmo agente de transporte podem dar origem a solos distintos, cujas diferenças vão se refletir também na composição e características do padrão de drenagem. Desta forma, a menção de RUELLAN (1971) é bastante pertinente, ao afirmar que a evolução dos solos e a evolução do relevo estão estreitamente ligadas entre si, influenciando-se mutuamente a todo o instante.

Em função dos valores de Dd e Fr obtidos para as três áreas, cada uma com predomínio de uma unidade de solo, a seguinte ordenação decrescente de valores para aqueles parâmetros é observada: Litossolos - Solos com B textural - Solos Regossólicos, cuja sequência coincide com a verificada por FRANÇA (1968), e que é a mesma (em ordem crescente) para o grau de evolução dos solos.

5.4. Quadro analítico da evolução da paisagem

A partir das discussões efetuadas, observa-se que

a região estudada apresenta feições de particular interesse à elucidação dos processos pedogenéticos envolvidos na evolução do relevo, em função da instalação e desenvolvimento da rede de drenagem, comandando os processos de erosão e sedimentação, com influências marcadas por alternâncias climáticas ocorridas no passado geológico de diversas regiões do globo, dentre as quais a Depressão Periférica é um característico compartimento topográfico de origem permanentemente denudacional (AB'SABER, 1969a).

Infelizmente, nos levantamentos pedológicos efetuados pelos órgãos governamentais, posteriormente à área do Estado de São Paulo (COMISSÃO DE SOLOS, 1960) e à região de Furnas (COMISSÃO DE SOLOS, 1962), não se tem mais levado em conta a distribuição dos solos em função da evolução da paisagem, preocupação visivelmente demonstrada anteriormente, possibilitando melhor entendimento dos fenômenos pedogenéticos.

A existência dos distintos compartimentos em áreas contíguas, a exemplo do que ocorre ao lado leste da região estudada (DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO, 1974), ou logo ao nordeste (COUTARD et alii, 1975), possibilita uma interpretação da evolução da paisagem aos moldes daquela apresentada por BEINROTH et alii (1974), em que uma superfície de solos bastante evoluídos (Oxisolos) sofre entalhamento, propiciando a individualização de Ultissolos (solos com horizonte argílico - B textural) e solos pouco evoluídos em posições de vertentes, associados a exposições rochosas.

Na região em estudo, as áreas A e C, de redes de drenagem sensivelmente diversas da área B, seriam caracteristicamente aquelas rejuvenecidas pela erosão de solos latossólicos antigos (QUEIROZ NETO, 1970a), de velhas superfícies de erosão (BENNEMA et alii, 1962), revelando aquelas formações - menos espessas, como os solos com B textural (PVA e PVls), solos de transição (PVA x Liar) e Litossolos (Liar/1, Liar/2, - Li/1 e Li/2), frequentemente de material retrabalhado, ao lon

go das vertentes.

Assim sendo, parece generalizar-se a constatação de MARCOS e KINJO (1967), que um Litossolo não representa necessariamente um perfil no início de sua formação, pois a erosão em tempos passados promoveu a remoção de camadas de solos formados, e a situação em que hoje ele ocorre pode ser uma barreira ao acúmulo de materiais edafizados. Nos locais onde há condições topográficas para acúmulo de materiais nessas áreas rejuvenescidas, o manto se espessa, dando origem aos solos com B textural, sendo frequente a natureza mista do material original (autóctone + alóctone), como também verificado pela COMISSÃO DE SOLOS (1962) e ANTUNES (1971), com camadas superficiais arenosas resultantes de coluvionamento em períodos recentes (ROTTA, 1975).

De natureza visivelmente diversa é a superfície de disposição dos solos da área B (Pirambóia), bem mais evoluídos, em função principalmente da espessura, pequena expressão dos horizontes, grau de saturação em bases e tipo de argila. Tais solos foram impropriamente caracterizados como "pouco desenvolvidos", em razão dos baixos teores de argila (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), e mais tarde o termo Regossolo ficou reservado para materiais fracamente alterados, de natureza inconsolidada, relativamente rico em minerais meteorizáveis; para os demais solos arenosos, quartzozos, com ausência ou muito baixa proporção de minerais decomponíveis e baixa saturação em bases, CAMARGO e BENNEMA (1966) utilizaram a designação Areias Ácidas Vermelhas e Amarelas, no "Delineamento Esquemático dos Solos do Brasil".

Entretanto, a própria COMISSÃO DE SOLOS (1960) - menciona que tais solos, derivados de materiais pobres em argilas, ou em minerais primários que possam ser transformados em argilas, não mostram numa sequência de alteração nem a fase podzólica bem desenvolvida, nem a litossólica, mantendo-se "regossólicos".

Realmente, diversos são os pesquisadores que colocam tais perfis de natureza arenosa como componentes de categorias de solos em avançado estágio de alteração: os psammoferralíticos de Angola (BOTELHO DA COSTA et alii, 1964) e de outras regiões africanas, cuja evolução se faz no sentido da ferralitização (CHATELIN, 1972), como na Costa do Marfim, sobre areias Terciárias e Quaternárias (ROOSE e CHEROUX, 1966). Na vizinha região de São Pedro, COUTARD et alii (1975) consideram-nos como solos com B latossólico arenosos (sedimentos - neocenozóicos, sedimentos modernos, Formação Rio Claro).

Assim, essa superfície de domínio dos perfis aqui denominados RLV apresenta analogias com aquelas de solos de semelhante natureza, da região da Serra do Limoeiro (DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO, 1974) - a cotas semelhantes, ou ligeiramente mais elevadas, das Colinas do Sistema Peixe-Bonito (final do Neógeno), correlacionados certamente aos materiais areníticos Cenozóicos, próximos a Pirambóia, mapeados por SOARES (1975). Talvez essas superfícies possam ser consideradas como contemporâneas, ou, pela posição que as terras da área B ocupam, um tanto mais rebaixadas que aquelas, possam ser mais recentes, porém com a grande parcela de seus materiais de recobrimento delas provenientes, a montante, quando do desmantelamento da superfície de aplainamento elaborada por processos de pedimentação extensiva (Superfície Neogênica), pelos cursos d'água, num processo similar ao verificado também em áreas mais distantes (ABREU, 1976).

Desta forma, os materiais poderiam ter aí chegado já com um elevado grau de alteração, desde o início praticamente com aquelas características próprias dos solos com B latossólico, sem serem caracteristicamente membros de uma sequência do tipo: Li - Solo com B textural - Solo com B latossólico, como entrevê a COMISSÃO DE SOLOS (1960); a própria COMISSÃO DE SOLOS (1962) afirma que a latolização expressa em um solo pode ter-se realizado em outro solo primitivo, que

forneceu os produtos de erosão para a constituição daquele. Também para BENNEMA et alii (1970), as características dos Ultissolos e Oxissolos podem ser tomadas como independentes, um tipo de perfil não sendo originário do outro.

Esses solos considerados "velhos", como os latossólicos, seriam os representantes de processos mais antigos e correntes na área de estudo, fruto da remobilização, transporte e deposição, que a cada episódio, no entender de QUEIROZ NETO (1976), devem perder elementos e degradar-se cada vez mais, onde a flocculação e o "envelhecimento" da fração argila conferem-lhe estabilidade, sendo encontrados frequentemente em superfícies de erosão do Terciário ou do Quaternário Inferior (QUEIROZ NETO, 1975). É, portanto, lógico supor que um material sujeito a determinado tipo de intemperismo durante período longo apresente grau de alteração maior do que aquele sujeito às mesmas ações durante tempo menor (QUEIROZ NETO, 1971).

O longo tempo de exposição desses materiais, sob a ação de oscilações climáticas, tende a abrandar o efeito da superimposição de caracteres de pedogênese sucessivas, dificultando as interpretações dessa natureza, como verificou FAUCK (1964) em Solos Fracamente Ferralíticos da África Oriental. Determinadas características hoje observadas podem ser devidas a reações irreversíveis que aconteceram no passado (HACK, 1972).

JESSUP (1960) lembra que paleoclimas relativamente mais úmidos seriam responsáveis por uma cobertura vegetal mais espessa, com diminuição da ação erosiva ao mínimo e intensa ação pedogenética; nas fases de clima mais árido haveria rarefação da vegetação, seguida por processos erosivos acelerados, processos esses ocorrentes em períodos mais recentes do Quaternário.

A esse respeito, a interpretação para a ocorrên-

cia de cerrado na área B (Pirambóia), em solos RLV, pode ser correlacionada às observações de CHRISTOFOLETTI (1968), que se baseou nas alternâncias climáticas ao longo do Quaternário, culminando na fase úmida atual, a favorecer o desenvolvimento da floresta, em substituição ao cerrado, com entalhamento fluvial e elaboração de um relevo movimentado, com remoção de solos antigos e seu consequente rejuvenecimento (áreas A e C). Onde o relevo não chegou a apresentar um grau de movimentação capaz de promover a perda do capeamento antigo e a remoção das camadas pedológicas, com permanência das antigas formas de relevo suave (área B), o cerrado continuou a subsistir, recobrando solos pobres e antigos (RLV), cuja manutenção ainda se encontra favorecida pela alternância de estações secas e úmidas, enquanto que as florestas foram devastadas pela ocupação humana.

Estas duas feições distintas (áreas B e A+C), reflexo do tempo mais ou menos prolongado durante o qual o material sofreu as ações pedogenéticas, correspondem, portanto, a entidades geomorfológicas bem definidas (QUEIROZ NETO, 1970), e cada estágio na sequência de alteração pode ser apropriadamente locado na história do Quaternário, segundo MATSUI (1969), contribuindo para uma representação das mudanças no meio atual. A pediplanação sob clima semi-árido ocorrida no Plioceno serve como ponto de partida para a datação relativa dos acontecimentos verificados no Quaternário, após seu entalhamento pelos cursos d'água (FENTEADO, 1974).

Além dos mencionados materiais mais antigos vizinhos, correlacionados a superfícies elaboradas no Terciário - (DIAS FERREIRA e QUEIROZ NETO, 1974; SOARES, 1975; COUTARD et alii, 1975), aparecem como testemunhos contemporâneos àqueles, as camadas argilosas, mais ou menos espessas, dos leitos das vossoracas, amplamente distribuídas nas regiões circunvizinhas (PAIVA NETO e PACCOLA, 1972). No extremo oposto, com relação à recenticidade dos materiais, aparecem os depósitos de

várzeas, normalmente sujeitos a processos de hidromorfia e re-
feridos ao Holoceno (PIAS, 1970), contendo baixos terraços ao
longo dos vales (especialmente ao longo do Rio Salgado), tes-
temunhando as ações erosivas e as pulsações climáticas; entre
esses dois extremos estariam situados os solos presentemente
estudados: os RLV da área B (Pirambóia) se aproximando aos ma-
teriais da superfície mais antiga e os das áreas A e C (B tex-
turais e Litossolos) aos mais recentes.

A ação antrópica nos dias úmidos atuais vem ace-
lerar os processos erosivos, pela retirada da vegetação flo-
restal, ao lado do intemperismo químico ocorrente, condição -
essa que difere sobremaneira de outros períodos úmidos ante-
riores, de entalhamento pelos rios, atividade erosiva em ver-
tentes restringida ao mínimo, pela proteção florestal, acompa-
nhada por intenso processo de meteorização química.

As diferenças observadas com relação à natureza
dos solos (em seus múltiplos aspectos) são, de modo similar -
ao verificado por CARVALHO (1976), uma função das diferenças
nos materiais de origem, idade e posição topográfica dos per-
fis.

6. CONCLUSÕES

O estudo efetuado possibilita constatar uma nítida associação da distribuição dos solos (e seus graus de alteração) com elementos da paisagem, especialmente o relevo, cujas particularidades são indicadas mediante a caracterização da rede de drenagem, no conjunto da área.

Com base principalmente na espessura dos perfis, grau de saturação em bases, tipos de argilas, capacidade de troca de cátions e mobilidade da fração argila, os solos RLV (área B - Pirambóia) são os que atingiram maior estado de maturidade, em comparação aos demais existentes. O menor grau de evolução é demonstrado, evidentemente, pelos Litossolos das áreas A e C (Juquiratiba e Anhembi), e um estágio intermediário é apresentado pelos Podzólicos dessas mesmas áreas.

A montmorilonita, principal mineral de argila presente nos Litossolos, altera-se para caulinita, à medida que as condições de confinamento do meio se atenuam, passando este mineral a ser o típico de perfis mais evoluídos, como os RLV e os Podzólicos espessos. Nos Litossolos da área C (Anhembi), ao lado da montmorilonita, a illita assume importância, cuja ocorrência é atribuída à herança da rocha-mãe, fornecedora de tais produtos (Formação Estrada Nova), que, em mistura com materiais da Formação Pirambóia, vão constituir tais solos; também a metahalóisita parece restrita a esses meios confina-

dos de alteração recente, ao lado da ilita.

A natureza das alterações é, pois, bissialítica nos Litossolos e nos solos de transição pouco espessos (EVA x Liar), e monossialítica nos demais solos, em função das condições de maior ou menor confinamento do meio de alteração.

Processos erosivos ao longo das vertentes revelam a força da morfogênese nessas áreas de mantos arenosos - (Formação Pirambóia), recobrimdo materiais mais finos (Formação Estrada Nova). Na área A (Juquiratiba), de domínio de solos rasos, o relevo é mais dissecado, com processos erosivos mais intensos, a afetar o desenvolvimento dos mesmos; em locais esparsos, onde o relevo é mais suavizado, eles parecem sofrer espessamento e evoluir para solos Podzólicos, em condições mais estáveis, recebendo contribuições coluviais de materiais a montante. Esses processos de coluvionamento são facilmente evidenciados nas áreas mais jovens (A e C) marcados ou não por "stone-lines", a denunciar as alternâncias climáticas ocorridas na área, ao longo do Quaternário.

Nesses solos jovens, mesmo nos pouco espessos Litossolos, a argiluviação revela ser um mecanismo praticamente atual no desenvolvimento dos perfis, reflexo de certa mobilidade das argilas, que não se verifica nos mais evoluídos RLV, cuja evolução parece ser independente dos solos anteriores, - sendo originários de materiais antigos, pré-alterados, cuja principal fonte é caracterizada pelas velhas e espessas superfícies arenosas vizinhas, à montante (testemunhos da Neogênica); não se exclui, entretanto, a participação de produtos - provenientes das vertentes descarnadas, em posições que permitam tal eventualidade.

As redes de drenagem das áreas A, B e C mostraram-se significativamente distintas, por intermédio dos índices densidade de drenagem (Dd) e frequência de rios (Fr), refletindo as diferenças entre a relação infiltração/deflúvio - de cada área, a indicar certa analogia com as condições de -

confinamento, ou seja: o grau de evolução atingido pelos solos (nas áreas A, B e C) está numa sequência inversa dos valores de Dd e Fr: RLV - Podzólicos - Litossolos.

Dois compartimentos topográficos são evidentes : a cotas 580-560 m (área B - Pirambóia; solos RLV) e a cotas inferiores, predominando valores em torno de 540 metros (áreas A e C; solos Podzólicos e Litossolos). Os solos arenosos da primeira correspondem a uma superfície mais antiga, na área de estudo, sofrendo uma evolução latossólica ou ferralítica, cuja elaboração está correlacionada ao Plio-Pleistoceno, enquanto que os demais perfís de vertentes seriam os representantes de uma superfície mais recente, provavelmente atribuída ao Pleistoceno Superior. Certamente os depósitos de vale, que não se constituíram em objeto de estudo do presente trabalho, correspondem aos processos mais atuais, relativos ao Holoceno.

Essas diversidades encontradas nos diferentes solos caracterizados são, pois, o resultado das variações nos materiais de origem, nas idades e posições topográficas dos perfís.

7. SUMMARY

A region between Conchas and Anhembi (State of São Paulo - Brazil) is studied in this work. There are three distinguished areas in relation to soil distribution and relief variations: Lithosol - calcareous sandstone substratum - phase is dominant under strongly undulated relief, in area A (Juquiratiba); Regosols intergrading to Red-Yellow Latosols - (RLV) occur under lightly undulated relief, in area B (Pirambóia) and Red-Yellow Podzolic Soils - Variation Laras are distributed under undulated relief, in the area C (Anhembi).

Calcareous sandstones (Mesozoic) occur mainly in this region, with secondary occurring of Paleozoic materials - (specially shales).

A drainage pattern fotointerpretative study from each area and the profile weathering degrees were made in order to relate the distribution of soils and the landscape, by using morphology, routine physical, chemical and mineralogical analysis (X-ray diffraction, differential thermal analysis and eletronic microscopy).

A high degree of weathering was presented by area B soils, in opposition to area A (Lithosols), and an alteration intermediate level for the Podzolic Soils from area C, - based on depth, bases saturation index, CEC, clay mineral types and fine fraction mobility. Montmorillonite is dominant -

under lightly internal drainage conditions (mainly in the shallow soils), which is altered to Kaolinite in well drained profiles.

Randomised circular seven samples from each area showed significant differences among "drainage density" and "stream frequency", with the following values: A = 3.02 and 11.50; B = 1.62 and 4.10; C = 2.61 and 8.76, showing different infiltration/runoff relationships, and therefore different erosion resistances.

Erosive processes during the Quaternary were responsible by the ancient erosion surface dismantling ("Neogenic"), with young soils formation (Lithosols and Podzolic Soils) on a geomorphic surface, probably related to Superior Pleistocene. Ancient soils (RLV) remain at the areas where relief did not present conditions for producing those occurrences. Contributions of ancient and poor upside materials (Neogenic) would be responsible by "cerrado" vegetation, related to dry climate from Quaternary (Plio-Pleistocene).

The found differences are explained based on parent material variations, ages and profile topographic positions.

8. LITERATURA CITADA

- ABREU, A.A.de, 1976. Relevos cuestiformes do leste paulista: o extremo do alto vale do Ribeirão dos Porcos. Boletim - Paulista de Geografia, São Paulo, (50): 47-55.
- ABDALLA, S.L.F., 1973. A evolução da drenagem conforme a teoria davisiana. Not. Geomorfol., Campinas, 13:69-77.
- AB'SABER, A.N., 1969a. A depressão periférica paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretácica na Bacia do Paraná. Geomorfologia, IGEOG/USP, São Paulo, (15):15 p.
- AB'SABER, A.N., 1969b. Uma revisão do Quaternário paulista: - do presente para o passado. Rev. Bras. Geogr., 31:1-51.
- AB'SABER, A.N., 1972. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro. Geomorfologia, IGEOG/USP, São Paulo, (28):38p.
- ALMEIDA, F.F.M.da, 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: Geologia do Estado de São Paulo, Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, (41):167-263.
- ALOISI, R.R., G. RANZANI, J.L.I.DEMATTE e C.C. CERRI, 1975. - Mineralogia da fração argila de alguns solos do Município de Jaboticabal, SP. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 457-460.
- ALVARAL, A.Z.do e R. AUDI, 1972. Fotopedologia. In: Elementos de Pedologia, MONIZ, A.C., ed. Polígono, São Paulo. p. 429-442.

- 100.
- ANDRADE, S.S.de, 1971. Gênese e Classificação de Solos de Três Catenas nos Municípios de Piracicaba e Rio Claro. Piracicaba, ESALQ/USP, 74 p. (Dissertação de Mestrado).
- ANTUNES, F. dos S., A.O. MARTINS, L.L. ANTONELLO e I. A. GOMES, 1971. Material de origem dos solos do Estado do Espírito Santo. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Vitória, p. 104-105.
- AUDI, R., 1972. Fotointerpretação de Atributos dos Canais de Drenagem em Solos da Região Noroeste do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP., 182 p. (Tese de Doutorado).
- AZOLIN, M.A.D., E. KLANT e M.C.L.dos SANTOS, 1975. Relações solo-superfícies geomórficas e material de origem a oeste da Depressão Central e Campanha no Rio Grande do Sul. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 345-350.
- BARTELLI, L.J., 1973. Soil development in Loess in the Southern Mississippi Valley. Soil Sci., New Brunswick, 115: 254-260.
- BEINROTH, F.H., G. UEHARA e H. IKAWA, 1974. Geomorphic relationships of Oxisols and Ultisols on Kauai, Hawaii. Soil Sci.Soc. Amer.Proc., Madison, 38:128-131.
- BENNEMA, J., M.N. CAMARGO e A.C.S. WRIGHT, 1962. Regional contrast in South American soil formation, in relation to soil classification and soil fertility. In: International Soil Conference, New Zealand, Intern. Soc. Soil Sci. p. 1-15.
- BENNEMA, J., A. JONGERIUS e R.C. LEMOS, 1970. Micromorphology of some oxic and argillic horizons in South Brazil in relation to weathering sequences. Geoderma, Amsterdam, 4: 333-355.
- BIGARELLA, J.J., M.R. MOUSINHO, M.R. e J.X. SILVA, 1965. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Bra-

- sil. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, (16-17): 117-152.
- BOCQUIER, M.G., H. PACUET e G. MILLOT, 1970. Un nouveau type d'accumulation oblique dans les paysages géochimiques: l'invasion remontante de la montmorillonite. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 270, Série D, p. 460-463,
- BOTELHO DA COSTA, J.V., E.F.C. FRANCO e R.P. RICARDO, 1964. Generalized soil map of Angola (2nd Aproximation). In: Trans. 8th Intern. Congr. Soil Sci., Bucharest, p. 153-162.
- BRINDLEY, G.W., 1961. X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. Miner. Soc. (Clay Mineralogical - Group), London, 345 p.
- BRINDLEY, G.W., P.de SOUZA SANTOS e H. SOUZA SANTOS, 1963. Mineralogical studies of kaolinite - halloysite clays: Part I. Identification problems. Am. Mineral, 48:897-910.
- BROWN, G., 1961. The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. Miner. Soc. (Clay Mineralogical - Group), London, 544 p.
- CADY, J.G., 1960. Mineral occurrence in relation to soil profile differentiation. In: Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci., Amsterdam, Elsevier, 4:418-424.
- CAILLÈRE, S. e S. HENIN, 1963. Minéralogie des Argiles. Masson et Cie, Paris, 355 p.
- MARGO, M.N. e J. BENNEMA, 1966. Delinamento esquemático dos solos do Brasil. Pesq. agric. bras., Rio de Janeiro, 1: 47-54.
- CARVALHO, A., 1970. Study of Terra Roxa Estruturada and Latosolo Roxo on a topographic sequence in Sao Paulo State, Brazil. Newcastle upon tyne, University Newcastle upon tyne, - 93 p. (Thesis Master Sci.).

- CARVALHO, A., 1976. Solos da Região de Marília. Relações Entre a Pedogênese e a Evolução do Relevo: São Paulo, Instituto de Geociências/USP, 163 p. (Tese de Doutorado).
- CATANI, R.A., J.R. GALLO e H. GARGANTINI, 1951. Amostragem de solo. Métodos de análise. Interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol. Inst. agron. Campinas, Campinas, (69):1-28.
- CERRI, C.C. e R.R. ALOISI, 1975. Alteração do granito de Ituaçu: gênese e alteração dos minerais secundários. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 451-455.
- CHATELIN, Y., 1967. Influence des conceptions géomorphologiques et paléoclimatiques sur l'interprétation de la genèse et la classification des sols ferrallitiques d'Afrique Centrale et Australie. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol., Paris, 5:243-255.
- CHATELIN, Y., 1972. Les Sols Ferrallitiques. Tome I - Historique, Développement des Connaissances et Formation des Concepts Actuels. Initiations et Documentations, O.R.S.T.O.M. Paris, (20):98 p.
- CHRISTOFOLETTI, A., 1968. O fenômeno morfogenético no Município de Campinas (SP, Brasil). Not. Geomorfol., Campinas, 8:3-97.
- CHRISTOFOLETTI, A. e FENTEADO, M.M., 1970. Cronologia relativa do Quaternário na Depressão Periférica Paulista. Not. Geomorfol., Campinas, 10:35-46.
- CHRISTOFOLETTI, A. e J. ARANA, 1976. Estruturação de redes hidrográficas na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Boletim Paulista de Geografia, (52):5-27.
- COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, Rio de Janeiro, (12): 634 p.

- COMISSÃO DE SOLOS, 1962. Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região sob a Influência do Reservatório de Furnas. Boletim do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, Rio de Janeiro, (13):462 p.
- CONCEIÇÃO, T.M.L., A.C. MONIZ, J.J. OLIVEIRA e G. SIEFFERMANN, 1974. Les sols à montmorillonite sur gneiss de la zone tropicale humide de l'État de Bahia. Signification paléoclimatique. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol., Paris, 12:137-143.
- COUTARD, J.P., R.P. DIAS FERREIRA, J. PELLERIN e J.P.de QUEIROZ NETO, 1975. Étude préliminaire du Quaternaire de la région de São Pedro (St-Brésil). Simpósio do Quaternário, Curitiba (no prelo).
- DELVIGNE, J., 1965. Pédogenèse en Zone Tropicale. La Formation des Minéraux Secondaires en Milieu Ferrallitique. O.R.S.T.O.M., Dunod, Paris. 177 p.
- DEMATTÊ, J.L.I., A.C. TEIXEIRA LEMDES e L. GERALDI FILHO, 1972. Ocorrência de montmorilonita em alguns solos desenvolvidos do arenito de Botucatu. Anais Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 29:39-60.
- DIAS FERREIRA, R. P. e J.P.de QUEIROZ NETO, 1974. Sequências de alteração na região da Serra do Limoeiro, SP. In: Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, 3:49-58.
- DUNBAR, R.A., 1959. Problem of interpretation in tropical regions. In: Aerial Photographic Interpretation: Principles and Applications. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc., p. 426-427.
- ESPINDOLA, C.R. e H.R. GALHEGO, 1975. Estudo mineralógico de solos da região Botucatu - São Manuel, SP. II - A fração - argila do Podzólico Vermelho Amarelo da Fazenda Experimental São Manuel. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 445-450.

- FAUCK, R., 1964. Les Sols Rouges Faiblement Ferralitiques d'Afrique Occidentale. In: Trans. 8th Intern. Congr. Soil - Sci., Bucharest, p. 547-557.
- FAUCK, R., 1972. Contribution a l'Étude des Sols des Régions Tropicales - Les Sols Rouges sur Sables et sur Grès d'Afrique Occidentale. Mémoires O.R.S.T.O.M., Paris, (61):257 p.
- FRANÇA, G.V.de, 1968. Interpretação Fotográfica de Bacias e de Redes de Drenagem Aplicada a Solos da Região de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP, 151 p. (Tese de Doutorado)
- FREIRE, J.C., 1977. Fotointerpretação de Redes de Drenagem - de Três Solos da Região de Alpinópolis, Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 136 p. (Tese de Doutorado).
- FROST, R.E., 1960. Photointerpretation of soils. In: Manual of Photographic Interpretation. Washington, Am. Soc. of Photogramm., p. 343-402.
- FUNDAÇÃO IBGE, 1970. Carta do Brasil. Folha SF-22-R-IV-4-A nhembi (Escala 1:50.000).
- GAMBLE, E.E. e R.B. DANIELS, 1974. Parent material of Upper - and Middle - Coastal - Plain soils in North Carolina. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 38:633-637.
- GERASIMOV, I.P., 1960. Gleyey Pseudo-Podzols of Central Europe and formation of binary surface deposits. Soils Fertil., Harpenden, 23:1-7.
- GLORIA, N.da, R.A. CATANI e T. MATUO, 1964. Método do EDTA na determinação do cálcio e magnésio "trocável" do solo. - Anais Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 21: 220-228.
- GLORIA, N.da, R.A. CATANI e T. MATUO, 1965. Determinação da capacidade de troca de cátions do solo pelo método do EDTA. Revta. Agric., Piracicaba, 40:193-198.
- GOEDERT, W.J., J.K. SYERS e R.B. COREY, 1975. Relações caulinita-quartzo-gibbsita em solos desenvolvidos de basaltos -

- no Rio Grande do Sul. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 495-498.
- GONÇALVES, A.R. e A.C. MONIZ, 1975. Estudo das argilas de solos das unidades geomorfológicas da bacia da Lagoa Mirim - do território brasileiro. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 509-516.
- HACK, J.T., 1972. Interpretação de topografia erodida em regiões temperadas úmidas. Not. Geomorfol., Campinas, 12:3-37.
- HANTJENS, H.A. e P. BLEEKER, 1970. Tropical weathering in the Territory of Papua and New Guinea. Aust. J. Soil Res., 8: 157-177.
- HERVIEU, J., 1970. Le Quaternaire du Nord-Cameroun, schéma d'évolution geomorphologique et relations avec la pédogenèse. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol., Paris, 8:295-317.
- HORTON, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bull. Geol. Soc. Am., Colorado, 56:275-370.
- JACKSON, M.L., 1965. Soil Chemical Analysis: Advanced Course. Madison, Univ. of Wisconsin, Dept. of Soil Science. 991 p.
- JACKSON, M.L. e G.D. SHERMAN. Chemical weathering of minerals in soils. Adv. Agron., New York, 5:219-318.
- JESSUP, R.W., 1960. Identification and significance of buried soils of Quaternary age in the Southern Portion of the Australian arid zone. J. Soil Sci., Oxford, 11:198-205.
- JOHNSON, L.J. e C.D. JEFFRIES, 1957. The effect of drainage on the weathering of the clay minerals in the Allenwood Catena of Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 21: 539-542.
- KELLER, W.D., 1964. Processes of origin and alteration of clay minerals. In: Soil Clay Mineralogy - A Symposium, RICH

- C. I. e G.W. KUNZE, ed., The University of North Carolina Press - Chapel Hill, 330 p. p. 3-76.
- KILMER, V.J. e L.T. ALEXANDER, 1949. Method of making mechanical analysis of soils. Soil Sci., New Brunswick, 68:15-26.
- KOFFLER, N.F., 1976. Utilização de Imagens Aerofotográficas e Orbitais no Estudo do Padrão de Drenagem em Solos Originados do Arenito Bauru. São José dos Campos, INPE, 150 p. (Tese de Mestrado).
- LAMOURDOUX, M., 1972. Étude des Sols Formés sur Roches Carbonatées. Géogenèse Fersiallitique au Liban. Mémoires O. R.S.T.O.M., Paris, (56): 266 p.
- LEPSCH, I.F., 1975. Soil Landscape Relationships in an Area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brazil. Raleigh, Univ. North Carolina, 163 p. (Tese de Ph.D).
- LEPSCH, I.F., A.C. MONIZ e C.L. ROTTA, 1977. Evolução mineralógica de solos derivados da Formação Bauru em Echaporã, - São Paulo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 1:38-43.
- LUCAS, G., 1962. La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Étude sur les argiles du Trias. Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr., Stransburg, (23):202 p.
- LUEDER, D.R., 1959. Aerial Photographic Interpretation: Principles and Applications. New York, McGraw-Hill Book Co. - Inc., 462 p.
- MACKENZIE, R.C., 1957. The Differential Thermal Investigation of Clays. Miner. Soc. (Clay Mineralogical Group), London, 456 p.
- MAIGNIEN, R., 1966. Compte Rendu de Recherches sur les Latérites. Paris, UNESCO, Rech. Ress. Natur. IV. 154 p.
- MARCHETTI, D.A.B., 1969. Fotointerpretação de Atributos de Relevo Aplicada a Solos da Região de Piracicaba. Piracicaba

- ba, ESALQ/USP, 58 p. (Tese de Doutorado).
- MARCOS, Z.Z. e T. KINJO, 1967. Litosol: suas características e provável gênese. Anais Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 24:343-352.
- MARTONE, E.De., 1943. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 4:523-550.
- MATSUI, T., 1969. Two-cycle concept of soil clay genesis and its application to the study of the polygenetic red soils in Japan. In: Proc. of the Intern. Clay Conference, Tokyo, p. 533-540.
- MCCALLEB, S.B., 1959. The genesis of the Red-Yellow Podzolic soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 23:164-168.
- MELFI, A.J. e F. LEVI, 1971. Geochemical and mineralogical study of the first stages of weathering of basic and related rocks. Part I - Mineralogical study. Rev. Brasil. Geoc. São Paulo, 1:22-28.
- MILLOT, G., 1952. Heritage et neoformation dans la sedimentation argileuse. In: Congrès Géologique International, Alger - CIEA, XIX Session, fasc. XVIII.
- MILLOT, G., 1964. Géologie des Argiles. Paris, Masson et Cie, 499 p.
- MITCHELL, B.D., 1962. The influence of soil forming factors on clay genesis. In: Genèse et Synthèse des Argiles, Colloques Internationaux du C.N.R.S., Paris, (105):139-147.
- MODENESI, M.C., 1974. Contribuição à Geomorfologia da Região Itu-Salto: Estudo de Formações Superficiais. EGEOT/USP, - São Paulo, 99 p. + Apêndice. (Tese de Mestrado).
- MOHR, E.C.J. e F.A. VAN BAREN, 1954. Tropical Soils. New York, Interscience Publishers. 498 p.

- MONIZ, A.C. e M.L. JACKSON, 1967. Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slates. Madison, Univ. Wisconsin, Soil Sci. Report, (212): 73 p.
- MONIZ, A.C. e A. CARVALHO, 1973. Sequência de evolução de solos derivados do arenito Bauru e de rochas básicas da região noroeste do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 32:309-335.
- MONIZ, A.C., P.K. KIYOHARA, A. CARVALHO e P.de SOUZA SANTOS, 1975a. Natureza mineralógica da fração argila de solos derivados do arenito Bauru do Município de Pindorama, SP. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 509-516.
- MONIZ, A.C., S.S. de ANDRADE e H.G. dos SANTOS, 1975b. Investigação das relações genéticas do Solonetz Solodizado e Planossol do Pantanal de Porto Murtinho, MT. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, p. 475-480.
- MOTTI, C.P. e P. MOTTI, 1975. Comentário do mapa morfopedológico do Setor de Santa Quitéria (BA). Not. Geomorfol., - Campinas, 15:65-74.
- PAIVA NETTO, J.E.de e A.C. NASCIMENTO, 1957. Minerais de argila do arenito Bauru (Cretáceo) do Estado de São Paulo. - Bol. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 6:21-35.
- PAIVA NETTO, J.E.de e A.A. PACCOLA, 1972. Volcânicas e camadas cenozóicas na região de Botucatu, Pardinho, Águas de São Pedro e Avaré. In: Anais da II Jornada Científica da F.C.M.B.B., Botucatu, Associação dos Docentes da F.C.M.B.B., - p. 118.
- PAQUET, H., 1970. Évolution Géochimique des Minéraux Argileux dans les Altérations et les Sols des Climats Méditerranéens Tropicaux à Saison Contrastées. Mém. Serv. Carte géol. -

- Als. Lorr., Strasbourg, (30):212 p.
- PEDRO, G., 1969. A alteração das rochas em condições superficiais (perimorfismo). Caracterização geoquímica dos processos fundamentais. Not. Geomorfol., Campinas, 9:3-14.
- PELLERIN, J., 1974. O problema da cartografia das formações superficiais em regiões tropicais - o exemplo do Brasil. - Not. Geomorfol., Campinas, 14:105-113.
- PENTEADO, M.M., 1969. Novas informações a respeito dos pavimentos detríticos ("stone-lines"). Not. Geomorfol., Campinas, 9:15-41.
- PENTEADO, M.M., 1974. Fundamentos de Geomorfologia. Biblioteca Geográfica Brasileira, Série D, Publicação nº 3, Fundação IBGE, Rio de Janeiro. 163 p.
- PENTEADO, M.M. e G. RANZANI, 1973. Problemas geomorfológicos relacionados com a gênese dos solos Podzolizados Marília. Sedimentologia e Pedologia, IGEOG/USP, São Paulo, (6):23 p.
- PIAS, J., 1970. Las Formations Sédimentaires Tertiaires et - Quaternaires de la Cuvette Tchadienne et les Sols qui en - Dériverent. Mémoires O.R.S.T.O.M., Paris, (43):407 p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1970. Curso de Estatística Experimental. Nobel, São Paulo, 430 p.
- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1969. Interpretação dos Solos da Serra de Santana para fins de classificação. Piracicaba, ESALQ/USP, 135 p. (Tese de Doutorado).
- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1970a. Étude sur de degré d'altération de quelques profils de sols de l'État de São Paulo, Brésil. Science du Sol, (2):73-85.
- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1970b. Les rapports entre les sols et les formations superficielles de l'État de São Paulo, Brésil. État actuel des connaissances. Bull. Ass. sénég. Et Quatern. Ouest afr., Dakar, (26):57-75.

- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1971. Laboratório de Pedologia e Sedi-
mentologia, Instituto de Geografia, USP; seus objetivos e
programas de pesquisa. Sedimentologia e Pedologia, IGEOG/
USP, São Paulo, (1):5 p.
- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1973. Observações preliminares sobre -
perfis de solo com bandas onduladas no Estado de São Paulo.
In: Anais do XIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo,
Santa Maria, p. 643.
- QUEIROZ NETO, J.P. de e S.S. de CASTRO, 1974. Formações su-
perficiais e Latossolo Vermelho Amarelo Húmico da área de
Bragança Paulista, Estado de São Paulo, Brasil. In: Anais
do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre,
3:65-83.
- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1975. Pedogênese no Planalto Atlântico.
Contribuição à Interpretação Paleogeográfica dos Solos da
Mantiqueira Norte Ocidental. São Paulo, FFLCH/USP, 270 p.
(Tese de Livre Docência).
- QUEIROZ NETO, J.P.de, 1976. Tendências atuais das pesquisas
de solos em São Paulo. Boletim Paulista de Geografia, São
Paulo, (50):37-56.
- RANZANI, G., 1969. Manual de Levantamento de Solos. São Pau-
lo, Edgar Blücher Ltda. e Editora da Universidade de São -
Paulo, 2a. ed. 167 p.
- Y, R.G., 1963. Fotografias Aéreas na Interpretação e Mapea-
mento Geológico. Tradução do Inst. Geogr. Geol., São Pau-
lo. 88 p. e 75 fotografamas.
- RAY, R.G. e W.A. FISCHER, 1960. Quantitative photography. A
geologic research tool. Photogramm. Engng., Washington, -
26:143-150.
- RIBEIRO, L.P., 1974. Caracterização dos Solos de Ibitiara -
BA. Salvador, Instituto de Geociências/UFBa, 114 p. (Tese
de Mestrado).

- RICCI, M. e S. PETRI, 1965. Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica. São Paulo, Cia Editora Nacional. 226 p.
- RICH, C.I., 1960. Ammonium fixation by two Red-Yellow Podzolic soils as influenced by interlayer - Al in clay minerals. In: Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci., Madison, 4:468-475.
- RIVIÈRE, A., 1952. Sur l'origine des argiles sédimentaires. In: Congrès Géologique Intern., Alger - CIEA, (18):177-180.
- ROCHA PIEDADE, G.C., W.A.CARVALHO TOSIN e G.V.de FRANÇA. 1976. Avaliação do desenvolvimento de vocorocamento no Município de Botucatu em 10 anos. In: Anais da VI Jornada Científica da FCMBB, Botucatu, Associação dos Docentes da FCMBB, - p. 49.
- ROTTA, C.L., 1975. Mineralogia de Solos de uma Topossequência de Atibaia, SP. São Paulo, Instituto de Geociências/USP. 88 p. (Tese de Mestrado).
- RUELLAN, A., 1971. Contribution a la Connaissance des Sols - des Régions Méditerranéennes (Marroc Oriental). Mémoires - O.R.S.T.O.M., Paris, (54):302 p.
- RUHE, R.V., 1956. Geomorphic surfaces and the nature of soils. Soil Sci., New Brunswick, 82:441-455.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1974. Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo. Comissão de Zoneamento Agrícola. vol. 1, 167 p.
- SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS, 1972. Atlas Pluviométrico do Estado de São Paulo. Centro Tecnológico de Hidráulica, São Paulo. 83 p.
- SEGALEN, P., 1974. Sols ferralitiques. Surfaces d'aplanissement et zones de tectonique et volcanisme récents. Pédologie, 24:147-163.

- SETZER, J., 1966. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, São Paulo. 61 p.
- SIEFFERMANN, G., 1973. Les Sols de Quelques Régions Volcaniques du Cameroun. Variations Pédologiques et Minéralogiques du Milieu Équatorial au Milieu Tropical. Mémoires O.R.S. I.O.M., Paris, (66):183 p.
- SIEFFERMANN, G. e G. MILLOT, 1968. L'halloysite des sols jeunes sur basaltes récents du Centre Cameroun. Bulletin du Groupe Français des Argiles, Paris, 20:25-38.
- SIMONSON, R.W., 1949. Genesis and classification of Red-Yellow Podzolic soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 14: 316-319.
- SOARES, P.C., 1973. Nota sobre a tectônica moderna na Depressão Periférica Paulista. Not. Geomorfol., Campinas, 13: 75-81.
- SOIL SURVEY STAFF, 1951. Soil Survey Manual. Washington, - Soil Conservation Service, U.S. Dept. Agric. 502 p.
- SOUZA, M.L.de P., 1975. Fotointerpretação das Redes de Drenagem de Três Solos com Horizonte B Latossólico Ocorrentes - no Município de Ponta Grossa - PR. Piracicaba, ESALQ/USP, 135 p. (Dissertação de Mestrado).
- STRAHLER, A.N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Union, New Haven, 38:913-920.
- VAN WAMBEKE, A., 1967. Recent developments in the classification of the soils of the tropics. Soil Sci. New Brunswick, 104:309-313.
- VASQUES FILHO, J., 1972. Critérios Morfométricos Aplicados à Fotointerpretação de Redes de Drenagem em Três Unidades de Solos no Município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP, 113 p. (Tese de Doutorado).

VILLIERS, J.M.de, 1965. Present soil-forming factors and processes in tropical and subtropical regions. Soil Sci., - New Brunswick, 99:50-57.