RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM EM UMA ÁREA DO EXTREMO SUL DO
ESTADO DE SÃO PAULO (BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE)

LUIZ TOLEDO BARROS RIZZO

Orientador: Igo Fernando Lepsch

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

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 1991

RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM EM UMA ÁREA DO EXTREMO SUL DO ESTADO
DE SÃO PAULO (BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE)

LUIZ TOLEDO BARROS RIZZO

Aprovada em: 03.05.1991

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Igo Fernando Lepsch

ESALQ/USP

Prof. Dr. Geraldo Victorino França

ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Roberto Espíndola

FEA/UNICAMP

Prof. Dr. IGO FERNANDO LEPSCH

Orientador

Aos meus pais
que me despertaram a
curiosidade pela natureza

OFEREÇO

A minha esposa Yara

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Igo Fernando Lepsch, orientador deste trabalho, pela amizade, incentivo e orientação precisa em todos os pontos deste trabalho.

Ao Prof.Dr. José Luis Ioriatti Demattê, responsável pelo despertar do interesse pela Pedologia desde o início da minha vida acadêmica.

Ao Depto. de Solos, Geologia e Fertilizantes da USP/ESALQ, na pessoa do Prof. Dr. Geraldo V. França pelo apoio recebido.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa concedida no primeiro ano do curso de pós-graduação.

Ao Instituto Agronômico, em especial à Divisão de Solos, Seção de Pedologia, pela infra-estrutura e análises de laboratório realizadas.

Ao Centro de Apoio Florestal do Grupo Votorantim, nas pessoas do Dr. Marcos Ermírio de Moraes e Antonio de Almeida Nobre pelas facilidades e apoio recebidos durante a fase final deste trabalho.

Aos amigos Emil Fredi e Alice que colaboraram na ilustração e Paulo Stutzman, pela paciência e auxílio na realização das análises estatísticas.

Em especial à minha amiga e esposa Yara, pelo amor, estímulo e companheirismo em todas as horas.

SUMARIO

	Página
AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS.....	xv
RESUMO.....	xix
SUMMARY.....	xxi
 1. INTRODUÇÃO	 1
 2. REVISÃO DE LITERATURA	 5
2.1. Conceitos Interdependentes.....	5
2.2. Exemplos de Estudo.....	13
 3. MATERIAL E METODOS	
3.1. Material (meio físico).....	25
3.1.1. Localização da área estudada.....	25
3.1.2. Geologia e Geomorfologia	25
3.1.2.1. Estratigrafia e litologia.....	25
3.1.2.1. Complexo Gnaissico Migmatítico....	28
3.1.2.3. Grupo Açungui (xistos-filitos)...	32
3.1.2.4. Granito Intrusivo.....	32
3.1.2.5. Rochas Intrusivas Básicas.....	33
3.1.3. Tectonismo.....	34
3.1.4. Compartimentos Geomorfológicos.....	40

4.4.2. Solos com B Textural.....	79
4.4.2.1. Solo Podzólico Amarelo Alico , Tb, A moderado, textura média/argilosa, "epiáquico" (PA).....	79
4.4.2.2. Solo Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico ou Alico, TB, A moderado, textura média (franco-argilo arenoso)/ argilosa (argilo-arenosa) - (PVa-1)	82
4.4.2.3. Solo Podzólico Vermelho, Alico, Tb,A moderado, textura média (argilo-arenosa)/ argilosa (Pva-2).....	85
4.4.2.4. Solo Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico Alico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa (PV1)...	88
4.4.2.5. Planossolo Alico, Tb, A moderado, textura arenosa/média ou argilosa (PL).....	91
4.4.3. Solos com Horizonte B Incipiente.....	94
4.4.3.1. Cambissolo Alico ou Distrófico, Tb, A moderado, textura média ou argilosa, substrato migmatito (Cb1)...	94

4.4.3.2. Cambissolo Latossólico ,Alico, Tb, A moderado, textura argilosa, subs- trato migmatito(Cb-2).....	97
4.4.3.3. Cambissolo Eutrófico, Tb, A moderado, textura argilosa, substrato dolomito (Cb-3).....	100
4.4.4. Outros Solos.....	102
4.4.4.1. Solo Podzólico Vermelho Escuro Dis- trófico, Tb, A moderado, textura argilosa (PE).....	102
4.4.4.2. Glei Húmico e pouco húmico, Alico, Tb, textura argilosa, campo higrófi- lo de várzea (Ga).....	105
4.4.4.3. Solos Litólicos + Afloramentos de Rochas.....	105
4.5. Relações Solo-Paisagem.....	108
4.5.1. Aspectos Gerais.....	108
4.5.2. Situações particulares na relação solo- -paisagem da transecção estudada.....	119
4.5.2.1. Topossequência nos sub-compartimentos geomorfológicos C1 e C2 (Superfície de Cimeira).....	119
4.5.2.2 Solo Podzólico Vermelho Escuro (PE)	

sub-compartimento E2 (Encosta do Planalto).....	127
4.5.2.3. Solo Podzolico Vermelho Amarelo na Encosta do Planalto (E2) e nos Morros Inferiores(M).....	128
4.5.3. Cor do solo e compartimentação geomorfológica.....	132
5. CONCLUSOES.....	136
6. BIBLIOGRAFIA.....	139
7. APENDICE	156
Apêndice 1.....	156
1. Tabelas de Balanço Hidrico.....	157
Apêndice 2.....	158
1. Descrições Morfológicas e Resultados Analíticos de Perfis.....	159
Apêndice 3. Difractogramas de Raio-X.....	182

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01 - Localização da área estudada no Estado de São Paulo e principais referências geográficas.....	27
Figura 02 - Mapa geológico da área de estudo (adaptado de MORGENTHAU et alii, 1974).....	31
Figura 03 - Esquema geral de grandes falhamentos no Estado de São Paulo e Paraná (HASUI e ALMEIDA, 1978).....	36
Figura 04 - Principais linhas de falhas do embasamento cristalino no Estado de São Paulo. (IPT, 1981).....	38

Figura 05 - Bloco - diagrama da área estudada com as principais feições geomorfológicas a partir de cartas planialtimétricas 1:250.000.....	41
Figura 06 - Mapa geomorfológico da área de estudo, adaptado de RAMALHO, 1975. (escala original 1:250.000).....	45
Figura 07 - Balanço hídrico de dois locais situados na região de estudo. Postos DAEE: a) Barra do Turvo (F5-34); b) Jacupiranga (F5-14).....	48
Figura 08 - Mapa pedológico da área estudada, adaptado de LEPSCH et alii, 1988. (escala original 1:250.000).....	53
Figura 09 - Mapa de uso da terra, da região de estudo, segundo LEPSCH et alii, (1990).....	55
Figura 10 - Evolução de vertente sob mudança de clima, segundo PENTEADO (1980).....	65

Figura 11 - Diagrama representando perfis sucessivos em estadio de evolução de vertente, segundo PENTEADO. (1980).....	65
Figura 12 - Esquema da seqüência de pediplanos esculpidos na área estudada, adaptado de PENTEADO, (1980).....	68
Figura 13 - Corte longitudinal da transecção mostrando o embasamento litológico, a configuração aproximada do relevo, os compartimentos e sub-compartimentos geomorfológicos.....	73
Figura 14 - Gráfico de barras mostrando os valores médios da relação silte/argila dos solos nos compartimentos geomorfológicos (horizonte B).....	111
Figura 15 - Gráfico de barras mostrando os valores médios do delta pH dos solos nos compartimentos geomorfológicos (horizonte B).....	115

- Figura 16 - Gráfico de barras mostrando os valores médios da CTC/100g de argila com correção para carbono (horizonte B) dos solos nos compartimentos geomorfológicos..... 116
- Figura 17 - Gráfico de barras mostrando os valores médios de saturação por bases nos compartimentos geomorfológicos. Os valores dentro das colunas indicam o erro-padrão da média..... 118
- Figura 18 - Corte longitudinal mostrando as relações de subcompartimentos na superfície de cimeira e a distribuição das classes de solos..... 120
- Figura 19 - Composição granulométrica, relação areia fina/areia grossa e $\text{TiO}_2\%$ ao longo dos perfis de solo da topossequência no subcompartimento geomorfológico C₁ da superfície de cimeira (LApp, PA, PL). 123

- Figura 20 - Composição da CTC (pH 7), distribuição da CTC/ 100g de argila com correção para carbono e delta pH ao longo dos perfis de solo da topossequência no subcompartmento geomorfológico C₁ da superfície de cimeira (LApp, PA, PL). 124
- Figura 21 - Composição granulométrica, relação areia fina/areia grossa e TiO₂% ao longo dos perfis de solo situados na encosta do planalto (PVa1) e morros inferiores (PVl).. 129
- Figura 22 - Composição da CTC (pH 7), distribuição da CTC/100g de argila com correção para carbono, carbono orgânico e delta pH ao longo dos perfis de solo situados na encosta do planalto (PVa1) e morros inferiores(PVl)..... 130
- Figura 23 - Difratoograma de raio-x da fração argila do horizonte B da unidade LApp. 183
- Figura 24 - Difratoograma da fração argila do horizonte B da unidade Cb2. 184

LISTA DE TABELAS

página

Tabela 01 - Coluna estratigráfica da Bacia do Rio Ribeira de Iguape conforme MORGENTHAL et alii (1975).....	29
Tabela 02 - Compartimentação geomorfológica geral da área estudada, segundo RAMALHO & HAUSEN, (1975) e PONÇANO et alii, (1981)...	43
Tabela 03 - Seqüência de eventos relacionados a oscilações climáticas no Quaternário brasileiro, segundo BIGARELLA & MOUSINHO (1965).....	63
Tabela 04 - Detalhamento e descrição de subcompartimentos geomorfológicos da área estudada.	72
Tabela 05 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos LApp, da área estudada.....	77

Tabela 06 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos PA, da área estudada.	80
Tabela 07 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos PVal, da área estudada.....	83
Tabela 08 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos PVa2, da área estudada.....	86
Tabela 09 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos PV1, da área estudada.....	89
Tabela 10 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos PL, da área estudada.	92
Tabela 11 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos Cb1, da área estudada.	95
Tabela 12 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos Cb2, da área estudada.	98
Tabela 13 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos Cb3, da área estudada.	101

Tabela 14 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos PE, da área estudada.....	103
Tabela 15 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos Ga, da área estudada.....	106
Tabela 16 - Resumo dos atributos morfológicos dos principais solos da área estudada.....	106
Tabela 17 - Resumo da distribuição dos diversos compartimentos geomorfológicos, unidades de solos e principais atributos do horizonte diagnóstico de sub-superfície em termos de pedogênese.	109
Tabela 18 - Distribuição das unidades de solos em relação aos compartimentos e subcompartimentos geomorfológicos e cores dominantes no horizonte diagnóstico de subsuperfície.	134
Tabela 19 - Dados analíticos do perfil n° 1.362 (LApp).....	163
Tabela 20 - Análise granulométrica e ataque sulfúrico da amostra n°3.601 (LApp).....	164

Tabela 21 - Dados analíticos do perfil nº 1.440 (PA).....	170
Tabela 22 - Dados analíticos do perfil nº 1.441 (PL).....	173
Tabela 23 - Dados analíticos do perfil nº 1.438 (PV1).....	177
Tabela 24 - Dados analíticos do perfil nº 1.439 (PVa1).....	181

RESUMO

No extremo Sul do Estado de São Paulo, nos limites da bacia do rio Ribeira de Iguape, em rochas do embasamento do Complexo Cristalino (migmatitos, xistofilito e granitos) foi estudada uma transecção de sentido SWW-NEE com aproximadamente 60km de extensão. Relacionou-se o estágio de evolução pedogenética de 12 unidades de solo identificadas ao longo desta transecção com a sequência proposta de estabilidade de diferentes compartimentos geomorfológicos (superfície de cimeira no nível de 900 a 1100m; encosta do planalto, nível dissecado de 200 a 900m; morros inferiores, nível de 60 a- 300m).

A esculturação da paisagem se deu no período Quaternário sob alternância de clima ora úmido, ora semi-árido. Atualmente o clima (regime perúdic) é um importante fator de formação dos solos, pois excedente hídrico condiciona o ambiente pedogenético a um intenso intemperismo, que se reflete na presença de argilas de baixa atividade em todas as unidades pedológicas.

Parâmetros simples relativos à morfologia dos perfis (profundidade do solum) e os atributos analíticos de rotina (relação silte/argila, delta pH, CTC por 100g de

argila e saturação por bases) expressam o estágio de intemperismo do solo e estão relacionados diretamente à sequência de estabilidade da paisagem em relação ao balanço morfogênese X pedogênese. Nas posições extremas dessa relação, situam-se de um lado os litossolos distribuídos sobre o compartimento encosta do planalto onde atualmente é a zona de maior atividade de erosão geológica. No outro extremo estão os latossolos, os mais intemperizados que ocorrem em superfícies de erosão mais antigas e preservadas (superfície de cimeira).

Variações locais do material de origem e do relevo, dentro dos compartimentos geomorfológicos, são os responsáveis por particularidades pedológicas na área estudada.

SUMMARY

On the extrem South of Sao Paulo State, bordering Ribeira de Iguape river basin, on crystalline complex rocks (migmatite, schist-phyllite, granite) a transect was studied from SWW-NEE comprising 60Km of extent.

The relationship between the pedogenetic evolution stage of twelve soil units identified with the proposed sequence of stability of different geomorphological compartments (upper surface, at a level of 900 to 1100m ; plateau border, dissected level at 200 to 900m; botton level hills, at 60 to 300m level).

The landscape evoluton occurred in the Quaternary during climatic alternation from wet to semi-arid periods. The present climate is classed as perudic regime, and is an important factor of soil formation. Therefore the large excess conditions the hydrological pedogenetical environment promoting intense weathering, wich is reflected in a low of clays present in all pedological units.

Simple parameters related to soil profile morphology of profiles (depth of solum) and the routine

analytical attributes (silt/clay ratio , delta pH, CEC/100g clay, base saturation) express the of soil weathering stage and are directly related to landscape stability sequence and to morphogenesis x pedogenesis interaction. At the extreme of that relation, the lithosols are found on the plateau border compartment, which, actually looks like the area where geological erosion activity is more intense. On other hand, the most intensively weathered latosols are located on the most ancient and preserved erosion surfaces (upper surface).

Local variations of parent material and relief within the geomorphological compartment, are responsible for pedological particularities in the studied area.

INTRODUÇÃO

O trabalho de levantamento de solos consiste em reconhecer, descrever, analisar, classificar e delimitar em mapas as diferentes unidades de solos que ocorrem em determinada área.

Sendo o solo um dos principais constituintes da paisagem, e sendo que paisagem é considerada aqui como um todo cujos elementos são além do solo, o substrato litológico, o clima e o relevo bem como os organismos principalmente (vegetação), fica claro que este objeto para ser devidamente estudado deve ser compreendido dentro do contexto geral da superfície terrestre.

O primeiro fato que chama atenção ao pedólogo é a associação existente entre a distribuição espacial de determinadas classes de solo e as diferentes posições e formas do relevo. A escala de observação não importa de imediato, podendo a distribuição dos diferentes unidades de solos ser associada a elementos fundamentais do relevo

(segmentos de uma vertente, por exemplo) ou a grandes províncias geomorfológicas de milhares de quilómetros quadrados.

Os solos formam um *continuum* na superfície da terra e o estudo da gênese e distribuição requer um entendimento da história da paisagem. Por outro lado, para se estabelecer os limites das diferentes unidades solo, é muito útil interpretar e compreender a paisagem. Na prática, para desenvolver princípios de relação solo-paisagem úteis a trabalhos de mapeamento, é necessário primeiro identificar, independentemente, tanto os solos como as superfícies geomorfológicas, para depois estabelecer correlações entre eles.

Durante os trabalhos de inventário de recursos naturais no Vale do Ribeira de Iguape conduzido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 1990) e o mapeamento de solos a nível de reconhecimento com detalhes (LEPSCH et alii, 1988), notaram-se diferentes padrões de distribuição espacial de unidades de solo que, de uma forma geral estavam relacionadas aos diversos compartimentos geomorfológicos estabelecidos por RAMALHO & HAUSSEN (1975)

Surgiu daí a necessidade de se compreender a evolução histórica da paisagem envolvendo seus diversos componentes e associando-os aos solos hoje presentes, quanto a sua gênese. Os trabalhos de investigação pedogenética anteriormente realizados na região (TIE-BI-

YOUAN et alii, 1983 e BERG et alii, 1987), contemplaram alguns aspectos mais particulares destes estudos, o primeiro nos baixos terraços de formação de Pariquera-Açú e o segundo em várzeas do médio e baixo Ribeira; contudo, aspectos mais gerais de relação solo-geomorfologia em amplas áreas da bacia do Ribeira não foram ainda contemplados. Para suprir essa necessidade foi eleita uma transecção no extremo Sul do Estado onde existiam diversos compartimentos geomorfológicos: superfície de Cimeira, Encosta do Planalto, Morros de 100-300 m e Morros de 60-100m, segundo (RAMALHO & HAUSEN, 1975), onde se poderia extrapolar as conclusões para boa parte da bacia do Rio Ribeira de Iguape.

Escolhida a área, as seguintes hipóteses de trabalho foram levantadas para efeito de investigação e elucidação das relações solo-paisagem:

a) Existe uma sequência de solos que está relacionada com uma maior ou menor resistência à erosão e idade geológica dos diversos compartimentos geomorfológicos identificados;

b) Os compartimentos geomorfológicos devem estar cobertos por solos em diferentes estádios de evolução pedogenética. Esses diferentes estádios podem ser expressos pelas características químicas, físicas e mineralógicas dos solos;

c) Atributos de solos que reflitam estádios de interperismo mais ou menos avançados deverão refletir tendências numéricas correlacionáveis com a hierarquia de estabilidade proposta. São eles principalmente a espessura do solum, o índice Ki, a relação silte/argila, a saturação por bases e alumínio, a capacidade de troca de cátions e o pH em KCL.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Conceitos Interdependentes

GERRARD (1981), em seu excelente trabalho sobre inter-relação geomorfologia-pedologia, resgata aspectos históricos e conceitos importantes a respeito dos quais será feito um resumo a seguir.

Classicamente DOKUCHAEV, em 1898, foi o primeiro a sugerir uma equação de fatores de formação de solo. Esta equação é a seguinte:

$$s = f (cl, o, p,) t^{\circ}$$

onde s = solo, cl =clima, o = organismo, p = material de origem e t representa a idade relativa. Ele não incluiu o relevo mas o considerava como elemento importante para a formação de solos "anormais".

Posteriormente JENNY estabeleceu a equação

$$s = f (cl, o, r, p, t, \dots)$$

onde s denota qualquer propriedade de solo, cl corresponde ao ambiente climático, o significa organismo, r o relevo,

o p material de origem e t o tempo de começo da formação do solo. Os fatores são variáveis e definem o estado do sistema de solo.

Em 1961 JENNY modificou a equação para ser aplicada à moderna concepção de ecossistema.

A equação revisada foi:

$$l, s, v, a = (Lo, Px, t)$$

onde l significa qualquer propriedade do ecossistema na sua totalidade, propriedades do solo são representadas por s, vegetação por v e propriedades devidas a animais por a. Lo representa o conjunto de propriedades de tempo zero, p o fluxo potencial para a idade do ecossistema.

Cinco subgrupos de fatores são sugeridos de acordo com cinco fatores de estado. São eles:

$$\begin{aligned} & f (cl, o, r, p, t...) \text{ climofunção} \\ & f (o, cl, r, p, t...) \text{ biofunção} \\ l, s, v, a = & f (r, cl, o, p, t...) \text{ topofunção} \\ & f (p, cl, o, r, t...) \text{ litofunção} \\ & f (t, cl, o, r, p...) \text{ cronofunção} \end{aligned}$$

O fator dominante é colocado em primeiro lugar na equação. Uma maneira mais conveniente de expressar foi sugerida por JENNY:

$$l, s, v, a = f, (r) cl, o, p, t \text{ topofunção}$$

Topofunções são mais fáceis de manejar, tendo sido feitas muitas tentativas numéricas para relacioná-las às propriedades do solo como elementos da paisagem.

Dijkerman (1974), citado por GERRARD (1981), buscou estabelecer uma resposta satisfatória para a compreensão de sistemas solo-paisagem, colocando duas questões principais. A primeira procura uma explicação genética de como o sistema se origina e desenvolve. Uma das explicações para questões dessa natureza deve ser buscada em termos de sequência de eventos que produzem uma situação. Outra questão indaga uma explicação de como esse sistema funciona.

Na resposta a tais questões com respeito a solos, é necessário considerar o significado da posição relativa e da topografia. A história geomorfológica de uma área é fundamental para responder à primeira questão, e a avaliação das interações de processos geomorfológicos e pedológicos torna-se importante para responder satisfatoriamente a segunda questão. Os solos não existem isoladamente, mas estão organizados e interrelacionados dentro da paisagem.

A pedologia é primariamente uma ciência histórica, e não experimental. A solução para seus problemas depende tanto quanto possível do conhecimento sobre as variáveis que contribuem para o solo resultante. A intensidade de formação do solo sobre uma superfície pode variar grandemente com o tempo. O fator que produz

variações na intensidade pode ser climático ou relacionado a mudanças internas no ambiente do solo, como por exemplo o rebaixamento do lençol freático (DANIELS et alii), 1971).

Para GERRARD (1981), a interação entre solos e topografia (pedologia e geomorfologia) pode ser tratada em vários níveis que dizem respeito a escala de estudo.

No modelo de fator de estado, as interações podem ser construídas com atuação de fatores climáticos e bióticos sobre uma natureza topográfica e litológica, em algum instante do tempo.

Para DANIELS et alii (1971), a geomorfologia e a pedologia têm interesse no mesmo objeto: uma estuda a origem e a forma da superfície da terra, e a outra estuda a coleção de corpos naturais sob a superfície.

TRICART (1968) também tece importantes considerações sobre a relação entre essas duas ciências:

- a geomorfologia está subordinada à geologia estrutural. As ações internas comandam a localização dos conjuntos de camadas nas quais é esculpido o relevo (vulcanismo, metamorfismo, diagênese de sedimentos). São as deformações tectônicas que desencadeiam a formação do relevo.

- a pedologia encontra-se em relação a geomorfologia em situação análoga a da geomorfologia em relação a geologia estrutural. A evolução geomorfológica fornece um quadro à formação e evolução dos solos.

Segundo esse autor, o meio geomorfológico fornece portanto, um quadro à pedogênese. Mas trata-se de um quadro dinâmico.

MILNE (1935) foi um dos primeiros a incluir o processo de erosão como fator que implica na diferenciação de solos, sob condições climáticas constantes, mas relacionados e usualmente derivados de um material de origem comum (catena).

Posteriormente, MILNE (1936) sugeriu que as características e extensões proporcionais de solos variavam com a maturidade da topografia, com a litologia subjacente e com novos ciclos de erosão. Portanto a fisiografia e a evolução geomorfológica da paisagem estão envolvidas no conceito de catena.

BUTLER (1959) introduziu a idéia de ciclo do solo compreendendo a alternância de uma fase de instabilidade quando antigas superfícies de solo são destruídas ou enterradas, e a fase de estabilidade quando o desenvolvimento do solo processa-se sobre as superfícies.

Os termos estabilidade e instabilidade são chaves e muito importantes, ligando-se ao conceito de balanço de desnudação proposto por JAHN (1954) citado por BUTING (1968), GERRARD (1981) e PENTEADO (1978).

O balanço de equilíbrio de desnudação é uma condição na qual a cobertura equivalente ao regolito permanece intocada em espessura, com o tempo. Esse balanço depende da relação

entre a componente vertical e a componente paralela, ambas atuando na evolução das encostas. As variáveis importantes no caso são a adição do material ao regolito por meteorização da rocha abaixo (A); subtração do material ao regolito por perda direta (S); e perda do material do regolito, resultante do carregado para baixo em relação a quantidade trazida de cima (M).

Se $A > S + M$ = balanço negativo de desnudação, o regolito se espessa com o tempo.

Se $A < S + M$ = balanço positivo de desnudação. O regolito torna-se a delgado com o tempo.

Se $A = S + M$ = balanço equilibrado de desnudação.

Uma revisão importante sobre estudos de relações solo-paisagem no Brasil já foi feita por LEPSCH & BUOL (1988). Nesse trabalho o significado de alguns termos foi revisado e assim apresentado:

Superfície, como usado no "Soil Taxonomy" (E.U.A., 1975) é um termo geral que pode referir-se tanto a uma superfície de aplainamento como a uma superfície geomórfica. Superfície de aplainamento é o termo mais frequente usado por geomorfólogos para representar a combinação de vários tipos de desnudação e tipos de planícies de acumulação tendo a mesma idade e conectado com o mesmo nível de base de erosão ou ainda a superfície de aplananinamento é geograficamente o final de um produto de aplainamento pela erosão; é um termo genérico que entre

outras características inclui o peneplano de Davis, o pedimento e o pediplano.

Superfície geomórfica é um termo menos abrangente, na maioria das vezes usado por pedólogos em estudos solo-paisagem detalhados, significando uma porção da paisagem especificamente definida no tempo e no espaço, conforme proposto originalmente por RUHE & WALTER (1968).

Outras considerações de LESCH & BUOL (1988) são significativas, segundo os mesmos autores, um ponto importante que deve ser levado em conta é que quando estudos de solo-superfícies são conduzidos em escalas generalizadas, estas não são suficientemente críticos para detectar mudanças relativamente pequenas em termos de dissecação ou aplainamento local.

Também a superfície real do solo não é geralmente usada por geomorfólogos como critério de mapeamento; muitas vezes, as superfícies referidas por eles são realmente apenas vestígios de antigas formas de aplainamento. Muitos dos segmentos genericamente referidos a antigas superfícies de acordo com o critério de superfície geomórfica de RUHE & WALTER (1968) são de fato superfícies de erosão recente que podem agora não sustentar nem mesmo parte do regolito relativo ao ciclo de erosão referido, tendo somente solos pouco desenvolvidos, rasos ou então correspondem a depósitos superficiais espessos,

antigos, altamente intemperizados mas dissecados ou truncados por erosão recente.

Ainda segundo os mesmos autores não existem estudos detalhados e precisos de superfícies geomórficas; as características gerais do relevo e as superfícies definidas em escala generalizada pelos geomorfólogos devem ser examinadas e as interpretações sobre a idade e/ou estabilidade do seus solos podem ser inferidas, mas somente com muita precaução e após levar em consideração as restrições das definições da escala de mapeamento.

2.2. Exemplos de Estudo

Muitos são os exemplos de trabalhos envolvendo as relações solo-paisagem. São citados aqui aqueles em que os autores tiveram a preocupação clara e objetiva quanto à compreensão da evolução histórica para esclarecer a pedogênese.

As escalas de trabalho adotadas são as mais variadas possíveis e isto indica a multiplicidade de situações encontradas na natureza.

Segundo DANIELS et alii (1971), desde 1940 ênfase tem sido dada à história da paisagem em relação ao solo. Pesquisadores australianos e africanos fizeram considerações sobre solos que não poderiam ter se desenvolvido sob o clima presente, enfocando-se o caso da gênese das lateritas.

Em um trabalho tido como clássico, RUHE (1956) identificou três superfícies geomórficas associadas a três grupos e concluiu que a espessura do solo, a espessura do horizonte B e o conteúdo da argila aumentava da superfície mais nova em direção a mais velha, isto em função de diferentes posições devido a fases sucessivas de entalhe fluvial. Relaciona ainda a mineralogia dos solos com o

intemperismo e concluiu que: " *indubitavelmente a causa maior das diferenças entre os três grupos de solo é a idade.*"

Não só a idade de superfície geomorfológica que passivamente pode ser a causa de diferentes classes de solos distribuídas espacialmente. Na Austrália MULCAHY et alii (1972) relata, a influência do soerguimento como fator de controle no processo de rejuvenescimento da rede de drenagem seguido ao Terciário no escudo Oeste Australiano. Extensos divisores mantêm remanescentes de antigas paisagens extensivamente preservadas e isoladas, enquanto mudanças seqüenciais na forma dos vales e nos solos sugerem estágios de epirogênese.

Nas porções superiores dos cursos dos rios, os vales são amplos e rebaixados, com gradientes suaves, solos profundamente intemperizados. Nos trechos inferiores dos rios são observados estágios de aumento progressivo na dissecação das formas e aprofundamento dos vales; enquanto que os solos antigos e fortemente intemperizados são preservados nas terras altas, as vertentes inclinadas dos vales são cobertas de material fresco e solos jovens.

Na Estação Experimental de Yurimáguas, no Peru, na Alta Bacia Amazônica, TYLER et alii (1978) relacionaram a natureza do material de origem dos solos com a ocorrência de superfícies geomórficas definidas numa área de 400 ha. Os solos são desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais

arenosos-argilosos derivados das montanhas andinas e as superfícies mais antigas estão presentes no topo das colinas. A superfície que corta a mais antiga e grada em direção ao fundo do vale é da mesma idade da planície aluvial e é a superfície mais jovem. Os solos das superfícies mais antigas têm menor valor de pH, menor saturação de bases e contém menor teor de minerais intemperizáveis. O rejuvenescimento do rio que causou a dissecação da paisagem e formou essas superfícies pode ter ocorrido devido a mudanças climáticas associadas a períodos de glaciação, possibilitando correlacionar a superfície mais antiga como contemporânea a glaciação de WISCONSIAN.

BOER (1972) estudou de maneira extensiva os processos relacionados com a gênese das formas (geogênese) no Quaternário do Leste do Surinamê. O autor explicou o desenvolvimento dos vales fluviais com base em mudanças no nível do mar, movimentos tectônicos e mudanças climáticas. Oito perfis foram selecionados para estudo detalhado de pedogênese e correlacionados a eventos policíclicos.

No Brasil pode-se mencionar vários estudos enfocando as relações solo-paisagem. A pedogênese no Planalto Atlântico na porção da Mantiqueira Norte Ocidental de São Paulo foi exaustivamente estudada em ampla área por QUEIROZ NETO (1975), onde foram levantados aspectos sobre a natureza dos materiais de origem dos solos, a natureza

pedologica de seus horizontes e as relações dos perfis com a morfogênese atual. Resumindo, o autor conclui: "se impõe uma primeira distinção entre os diferentes tipos de solos e a posição ocupada na paisagem, onde : 1) maciços residuais cujos topos correspondem a testemunhos das superfícies antigas , Pré-Pliocênicas, bem como vertentes, apresentam solos com B textural e pouco desenvolvidos; 2) colinas alongam-se em vertentes de baixa declividade correspondem as áreas deprimidas de elaboração Plio-Pleistocênia, apresentando solos com B latossólico.

Cinco superfícies geomorfológicas e sete unidades de solo foram mapeadas com a evolução solo-paisagem numa área a de 70,8 Km² em Echaporã, Planalto Ocidental de São Paulo, por LEPSCH et alii (1977). Características físicas e químicas de cento e três pontos foram resumidas para avaliar a variação de superfície geomorfológicas e unidades de mapeamento de solos. As propriedades que expressam índices de intemperismo (% de argila, relação textural, % de carbono, saturação de bases, CTC da argila , pH em água e delta pH) foram relacionados à diferentes superfícies e mais que uma unidade de mapeamento de solo pode ser encontrada sobre uma superfície geomórfica. A maioria das propriedades físicas e químicas tem pequenos coeficientes de variação quando agrupadas por unidades de solo do que quando agrupadas por unidades de solo do que quando agrupadas por superfície geomorfológica.

As relações entre solos e os elementos da paisagem na zona do baixo rio do Peixe (S.P.) foram estabelecidas por ESPINDOLA (1977), através da fotointerpretação de três áreas, do grau de evolução dos perfis, análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. O autor conclui que, ao lado dos processos erosivos atuais, mecanismos de grande energia foram responsáveis pelo dismantelamento de superfícies de erosão, correlacionando a ocorrência de solos pouco desenvolvidos com superfícies preservadas datadas tentativamente como Neogênica.

Na região de São Pedro (SP), DEMATTE & HOLOWAYCHUK (1977) estudaram a gênese de uma topossequência de 25 km de extensão relacionando-a a seis superfícies fisiográficas, utilizando como critério de separação o substrato rochoso, a relação espacial e os sedimentos superficiais. Foram estabelecidos oito pedons relacionados a níveis de terraços, pedimentos e superfícies de cimeira e correlacionadas com as características físicas, químicas e mineralógicas em termos de pedogênese com o material de origem, retrabalhamento e estabilidade das superfícies. Solos recentes foram associados a terraços fluviais apesar do avançado estágio pedogenético. Superfícies com grau mais elevado de dissecação em posição de pedimentos de encostas são cobertas por material

retrabalhado e as superfícies mais elevadas e estáveis, são cobertas por um conjunto de paleossolos.

RODRIGUES & KLANT (1978) associam a mineralogia e a gênese de uma sequência de solos sob vegetação de cerrado, ao longo de um transsecto de 3,5 km no Distrito Federal, às diferentes superfícies geomorfológicas: crista, encosta, pedimento, planície aluvial. Concluem os autores que a evolução genética e a distribuição destes solos parecem estar relacionadas também com o processos responsáveis pela evolução e estabilidade das superfícies geomórficas, tomando-se como índice o teor de gibbsita que diminui em direção às posições mais jovens.

Três perfis de solos sobre rochas calcária e também com cobertura de vegetação de cerrado, em Sete Lagoas (MG) foram pesquisados por SANS et alii (1979) e relacionados à posições de topo, encosta (pedimento) e sopé. Os perfis foram associados a evolução geomorfológica como um todo, onde o ciclo erosivo Velhas, dissecou a superfície Sul Americana formando extensas superfícies pedimentares, em clima semi-árido resultando em encostas mais e/ou menos estáveis. Os solos quimicamente mais ricos ocupam as posições mais elevadas enquanto o mais pobres ocupa a posição de sopé, concluindo que a vegetação não parece estar associada às características edáficas.

A pedogenese a partir de materiais de rochas básicas foi tratada de maneira ampla e detalhada por ESPINDOLA (1979) no reverso das cuestas basálticas do Estado de São Paulo numa topossequência nas proximidades de Barra Bonita (SP). Verificou que o Latossolo Roxo ocorria nos topos aplainados, Terra Roxa Estruturada nas vertentes onduladas e suave onduladas, Litossolos nas posições inferiores terminais e Solos Hidromórficos em depressões fechadas. O autor associa a ocorrência de Latossolo Roxo a superfícies mais antigas e estáveis e propõe a relação de evolução pedogenética principal no sentido LR TE.

As relações solo-geomorfologia são importantes para se compreender as razões do desenvolvimento dos diferentes solos. Uma vez compreendida essas diferenças, os levantamentos de solos podem usar essas informações como auxílio para a cartografia pedológica. A partir dessa premissa, estabelecida por PEREZ FILHO et alii (1980) esses autores estudaram as relações solo-geomorfologia em várzeas do rio Mogi-Guaçu (SP) cartografando três compartimentos geomorfológicos: pedimento, terraços e aluviões, e suas formas de relevo. Foram identificadas seis unidades de solos na área de estudo ligadas a superfícies geomorfológicas, concluindo-se que os solos mais intemperizados se situam nas superfícies mais antigas, uma vez que tanto a relação silte/argila,

como a CTC da argila diminuem a medida que o tempo de formação do solo aumenta e que da mesma forma, a quantidade de minerais primários facilmente intemperizadas diminuem à medida que aumenta a idade das superfícies.

A posição na paisagem, segundo CURY & FRANZMEIER (1984), é um fator crítico que influencia muitas propriedades covariantes do solo, mesmo naqueles altamente intemperizados. Em uma seqüência de Oxissolos desenvolvida no Planalto Central, Alto Paranaíba (GO) a partir de basalto e sedimentos Terciários, os autores observaram que o conteúdo e o tipo de óxidos de ferro e alumínio, susceptibilidade magnética e a absorção de fósforo, relacionavam-se com a cor do solo, mais ou menos avermelhado que, por sua vez, reflete os processos de movimentação lateral de soluções e sua influência na composição mineralógica.

Eventos morfoclimáticos são associados à evolução histórica da paisagem em vários trabalhos. Assim, CARMO et alii (1984) estabeleceram relações entre solo e paisagem na região do Alto Paranaíba (MG), propondo um modelo de evolução da dissecação dos chapadões até os dias atuais. A paisagem evolui segundo modelo proposto por BIGARELLA (1965 a), o qual se baseia em processos diferenciais em condições climáticas distintas: em clima úmido há entalhamento vertical e intemperismo químico intenso, enquanto que em clima semi-árido, há aplainamento com

formação de pedimentos. Os autores constataram que a distribuição de solos na paisagem ocorre com os mais rasos em posição topográfica inferior aos mais profundos, indicando situarem-se aqueles onde houve uma intensa e recente dissecação que ocasionou o aprofundamento dos vales. A parte mais alta corresponderia a remanescentes da superfície Sul Americana onde situa-se Latossolo Una, sendo que o Latossolo Roxo distribui-se em segmentos que compõe a porção superior remanescente de um pedimento.

Relacionando solos e processos morfoclimáticos de evolução da paisagem, vários trabalhos foram desenvolvidos nas encostas do Planalto do Rio Grande de Sul. Ali, UBERTI & KLAMT (1984) estudaram relações solo-superfícies geomórfica na Encosta Inferior Nordeste com a finalidade de obter subsídios para levantamento detalhado de solos. Concluíram os autores que aquela região apresenta superfícies policíclicas constituídas de uma seqüência de patamares, cada qual formado pelos segmentos (talude ou pedimento) e terraço. Os solos mais evoluídos como Terras Estruturadas, Brunizem Avermelhado e Cambissolos, são encontrados nas porções mais estáveis, como topo, terraço e planícies aluviais; os Litólicos predominam nas encostas.

Também QUEIROZ & KLAMT (1985) estudaram a mineralogia e gênese de solos derivados de rochas básicas na encosta do Rio Grande do Sul. Terra Roxa Estruturada e Brunizem Avermelhado foram descritos respectivamente

ocorrendo em patamares escalonados em relevo forte ondulado e ondulado, enquanto que o segundo ocorre em encostas e pedimentos dos patamares com relevo ondulado e montanhoso. Essa distribuição de tipos de solo foi associada à origem da paisagem, onde os patamares se originam por retrocesso de escarpa e deposição dos sedimentos nos vales, em períodos secos com a formação de vales em V, em períodos úmidos. Os autores concluem que a rocha subjacente parece não ter influenciado diretamente na diferenciação dos solos. As condições mais estáveis em termos topográficos, associadas ao retrabalhamento do material de origem em períodos de clima seco, proporcionaram a presença de solos mais evoluídos (TE) e hematíticos, lado a lado com solos menos evoluídos (BV) e goetíticos.

Aplicando conceitos de DANIELS et alii (1977), SOUZA & DEMATTE (1986) dividiram uma topossequência de vinte quilômetros de extensão, na região de Iracemapolis (SP), em cinco superfícies fisiográficas e em seis perfis. As características físicas, químicas e mineralógicas foram estudadas. As principais conclusões foram que os solos tiveram origem poligenética e aqueles com B latossólico situam-se em superfícies mais velhas e estáveis, enquanto que os solos com B textural estão situados em superfícies mais jovens e menos estáveis.

LEPSCH & BUOL (1988) deram importante contribuição para a compreensão das relações Oxisol-

paisagem no Brasil, em linhas gerais, como subsídio para a classificação dos solos. Através da descrição de uma série de exemplos confirmam que, como regra, geral que a ocorrência de Oxissolos se dá sobre as superfícies mais velhas e/ou partes mais estáveis da paisagem, em depósitos superficiais espessos, retrabalhados e bem drenados. Por sua vez, solos menos intemperizados, na maioria das vezes com horizonte argílico, desenvolvem-se sobre vertentes limítrofes mais jovens e dissecadas. Entretanto, em algumas circunstâncias, superfícies (solos) erosionais e deposicionais gradando para a rede de drenagem recente, podem ter Oxissolos quando receberam depósitos superficiais altamente, intemperizados de alta permeabilidade e drenagem vertical livre.

Por último, TORRADO (1989) em trabalho detalhado em transecção de vertentes, em Mocóca (SP) estudou as relações existentes entre as características de solos e a topografia numa área que apresenta latossolos gradando vertente abaixo para podzólicos, todos desenvolvidos de rochas gnáissicas. Análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas, associadas aos diversos segmentos e parâmetros topográficos como a distância do topo (DT), distância vertical do topo (DV), declividade e os índices de curvatura da vertente, tanto lateral (CL) como longitudinal (CC); suas quantificações foram úteis para a compreensão das relações solo-relevo, sendo que,

quanto maior for a declividade, menor foi o grau de intemperismo dos solos.

3.. MATERIAL E METODOS

3.1. MATERIAL (o meio físico)

3.1.1. Localização da área estudada

A área estudada abrange uma faixa de aproximadamente 65 km de extensão por 15 km de largura em disposição de sentido NEE-SWW no extremo-sul do Estado de São Paulo, divisa com o Estado do Paraná.

A figura 1 mostra a situação no Estado.

3.1.2. Geologia e Geomorfologia

3.1.2.1. Estratigrafia e Litologia

A geologia da área foi estabelecida a nível local como resultado do mapeamento geológico sistemático na escala 1:50.000 por MORGENTHAL et alii (1975), que

propuseram a coluna estratigráfica do Vale do Ribeira e Litoral Sul de São Paulo apresentado na tabela 1 .

O mapa geológico sintético é apresentado na figura 2. A seguir descreve-se a litologia com ênfase nas rochas que fornecem material de origem dos solos da seqüência estudada. A área compreende essencialmente rochas cristalinas Pré-Cambrianas, e granito intrusivo (Eo-Paleozóico) e metassedimentos do Grupo Açungui. As principais rochas do substrato litológico são os metassedimentos do tipo migmatito heterogêneo.

Ao longo da seqüência estudada procurou-se, na medida do possível, a escolha de pontos sobre rochas metassedimentares, afim de se restringir as variáveis quanto ao material de origem.

Figura 1.- Localização da área estudada no Estado de São Paulo e principais referências geográficas

3.1.2.2. Complexo Gnaissico-Migmatítico

As rochas mapeadas como pertencentes ao complexo gnaissico-migmatítico, são produtos de um metamorfismo regional de grau bastante elevado e regionalmente são caracterizados pela alta cristalinidade, sendo identificados como rochas de embasamento cristalino do período Pré -Cambriano Superior.

Os migmatitos heterogêneos são constituídos de duas fases distintas, correspondentes aos paleossolos e aos neossomas. Na zona estudada predominam os paleossomas gnáissicos com composição mineralógica variada, como por exemplo horblenda-gnaiss, muscovita-biotita-gnaiss, etc. O neossoma é de caráter granítico neoformado por aporte metassomático ou segregação metamórfica. Possui granulação

fina, média ou grosseira e ocorre na forma de faixas ou lentes com expressão milimétrica, podendo atingir metros de espessura.

Os constituintes essenciais são microclina, pertítica fresca ou argilada, plagioclásio ácido sericitizado, quartzo e mica. Dentre as micas, a biotita é a mais frequente. Os minerais acessórios são opacos, turmalina e zircão.

Tabela nº 1 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DO VALE DO RIBEIRA E LITORAL SUL

PERÍODO	ÉPOCA	GRUPO	FORMAÇÃO	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
Quaternário	Holoceno			Aluviões em geral, sedimentos coluviais, sedimentos arenosos de deposição marinha e praias, sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição mista (flúvio-marinho-lacustre) e depósitos de mangue
	Pleistoceno		Pariquera-Açu	Conglomerados semi-consolidados, areia e argilas
				Calcário e travertino depositado a partir da dissolução de calcários metamórficos.
Jurássico Cretáceo			Serra Geral	Rochas ultrabásicas e alcalina, sienito, álcali-sienitos, pulaskitos, nordmarkitos, gabros alcalinos, nefelina-sienitos, malignitos, foyaitos, laurdalitos, ijolitos, essexitos, fonolitos, piroxenitos, peridotitos e carbonatitos. Rochas básicas: diabásios, basaltos, gabros e dioritos.
Cambriano ordoviciano				Rochas cataclásticas: milonitos, filonitos e catclasitos.
Eo-Paleozóico				Rochas graníticas intrusivas: granitos, quartzomonzonitos, granodioritos, granófiros, granitos pórfiros, quartzo-pórfiros, pegmatitos e granitos com diferenciação alcalina (incluindo plauenitos alcali-sienitos).
Pré-Cambriano	Superior	Açungui	(indiferenciado)	Metassiltitos, filitos, ardósias, quartzo-sericitaxistos, metagrauvascas, metarcósios, calcários epimetamórficos, quartzitos, epiquartzitos, quartzo-biotita-muscovita, xistos, aparacendo eventualmente granada, mármore dolomíticos, anfíbolitos, metabasitos, e metaconglomerados polimíticos e rochas termo metamórficas.
	médio a superior	Complexo Gnássico Migmatítico	(indiferenciado)	Migmatitos homogêneos e heterogêneos, rochas graníticas metassomáticas ou de anatexia, quartzitos, mármore dolomíticos e rochas básicas e ultrabásicas metamorfizadas (anfíbolitos, serpentinóis, talco-xistos, epidioritos e epidiabásio

Figura 2 - Mapa geológico da área estudada
(adaptado de MORGENTHAU et alii, 1974)

Quando alterados, os migmatitos apresentam cores avermelhadas e possuem aspecto xistoso, dificultando a separação de xistos e migmatitos heterogêneos, das intrusivas (granitos, rochas básicas e rochas alcalinas) que são bem marcadas. Os contatos normalmente são abruptos.

3.1.2.3. Grupo Açungui (xistos-filitos)

São geralmente metassedimentos constituídos principalmente de metassiltitos, filitos, quartzo-sericita-xistos.

Apresentam baixo grau de metamorfismo e, portanto, pequena resistência ao abatimento do relevo por processos de intemperismo e erosão.

3.1.2.4. Granito Intrusivo

Estes corpos têm alongação máxima segundo a direção NE-SO e os contactos são em sua quase totalidade nítidos e discordantes, atestando a identidade intrusiva do granito. Entretanto, existem limites com o complexo gnáissico-migmatítico demarcado por falhamentos.

São rochas de granulação média e grosseira, de cor rósea e cinza esverdeada, constituídas essencialmente de quartzo e feldspato que aparecem em cristais bem formados e com faces brilhantes. A biotita se destaca em palhetas negras.

3.1.2.5. Rochas Intrusivas Básicas

Diques, principalmente de diabásio, ocorrem na área. Estão associados ao vulcanismo fissural que ocorreu durante o Mesozoico formando os derrames basálticos da Bacia do Parana.

Posicionam-se segundo direções que oscilam entre N40-60W, discordantes das rochas encaixantes, sob a forma de diques verticais e subverticais ou, mais raramente inclinados.

Os contactos com as rochas encaixantes são nítidos e discordantes e as dimensões podem variar de algumas centenas de metros a vários quilômetros de extensão e de centímetros a 100 e 120 m de espessura.

3.1.3. Tectonismo

No Mapa Geológico Integrado (MORGENTAL et alii, 1974) escala 1:250.000, estão assinaladas duas direções estruturais de falhamento: NE e NW. O primeiro está associado à tendência regional de foliação das rochas metamórficas, sendo originados por esforços de compressão e considerados os mais antigos. Tais falhamentos constituem o sistema principal.

O segundo é desenvolvido mais recentemente, provocado por esforços tensionais, para o qual atribui-se uma idade Mesozóica. Este tectonismo superimposto com alinhamentos NW provenientes de fraturas são ocupados freqüentemente por diques de diabásio.

Coutinho (1971), ao estudar o falhamento de Cubatão, afirma que este foi formado por movimentos transcorrentes, provavelmente ainda no Pré-Cambriano. Menciona ainda que também é provável que movimentos menos amplos, mas com valores significativos no componente vertical, tenham ocorrido depois, até o Terciário, ao longo da falha principal e em vários outros planos paralelos e afastados alguns quilômetros entre si.

Assim, a Bacia do Vale do Ribeira que foi considerada como de origem estritamente erosiva, pode ter sido condicionada também por esses sistemas de falhamentos. Um sistema de falhas verticais estendendo-se por 60 km

alinhado grosso modo à linha da costa direcionaria o início dos processos erosivos, proporcionando o aparecimento do Vale do Ribeira de Iguape.

A figura 3 segundo HASUI & ALMEIDA (1978) propõe um esquema geral para os grandes falhamentos do Paraná e São Paulo. Segundo estes autores, o quadro morfológico da área cristalina de São Paulo e Paraná deve ser entendido basicamente em termos de uma ação tectônica-terciária, seguida de um aperfeiçoamento Quaternário.

Nesse aperfeiçoamento, a influência das litologias e estruturas se faz sentir não só nas formas maiores, ao nível das grandes serras e bacias hidrográficas, como nas menores, ao nível de pequenos vales e divisores. Como exemplo das formas maiores, tem-se que estas são alongadas, com orientação geral dada pela litologia e grandes falhas. As grandes falhas (figura 4) são facilmente entalhadas, tendendo a alojar vales profundos como o do rio Ribeira de Iguape.

Figura 03 - Esquema geral de grandes falhamentos no Estado de São Paulo e Paraná (HASUI & ALMEIDA, 1978).

Figura 04 - Principais linhas de falhas do embasamento cristalino no Estado de São Paulo (IFT, 1981).

Nas formas menores pode-se observar que litologias com foliação mais desenvolvida são as que mais facilmente são entalhadas, como os migmatitos e xistos-filitos. Assim, os vales e divisores tendem a se alinhar paralelamente.

AB'SABER (1949) propõe que o comportamento isostático pos-cretáceos da face oriental do continente sul americano está associado ao surgimento dos Andes. Isto teria ocorrido devido ao jogo de compensação isostático sensivelmente homogêneo para com as porções cristalinas. Estes terrenos, sendo muito rígidos para se dobrarem, fraturaram-se todos, frente ao processo irregular de levantamento, que se fez acompanhar de grandes tensões logitudinais.

Ainda AB'SABER (1955) menciona que, para se compreender o aspecto da fachada atlântica de São Paulo, deve-se levar em conta um passado geológico remoto e outro mais recente. O passado mais remoto liga-se aos fins do período Cretáceo e Eocênico, quando se processaram os grandes falhamentos do Brasil Sudeste, responsáveis pela gênese das principais escarpas das falhas do Planalto Atlântico. A um passado mais recente do Cenozóico e Quaternário, estariam ligados os relevos epicíclicos da zona costeira.

3.1.4. Compartimentos Geomorfológicos

As principais feições topográficas da região estudada estão ilustradas nos blocos diagramas da figura 5, obtidos a partir de cartas planialtimétricas escala 1:250.000 e elaborados em computador com a ajuda do programa SURF (*). A Área específica objeto de estudo apresenta nítida compartimentação geomorfológica, sendo descrita por RAMALHO & HAUSEN (1975) e cartografada por RAMALHO na escala 1:50.000, que ali definiu os compartimentos relacionados com a superfície de cimeira, a encosta do planalto e os morros inferiores.

Posteriormente, o trabalho executado por PONÇANO et alii (1981), para a confecção de carta geomorfológica do Estado de São Paulo ao milionésimo, no contexto das províncias geomorfológicas, abrangeu a área descrita considerando elementos quantitativos da forma em termos de: amplitude local, declividade, perfil das encostas, extensão e formas dos topos, expressão em área de cada unidade, densidade e padrão de drenagem.

(*)

Microsoft

Surf

Transect

Bloco Diagrama

Figura 5 - Bloco diagrama da área estudada com as principais feições geomorfológicas a partir de cartas planialtimétricas - 1:250.000

Essas duas propostas de compartimentação são correlacionáveis e são apresentadas na tabela 2.

A figura 6, derivada de RAMALHO(1974) apresenta uma síntese do mapa geomorfológico da área .

Tabela nº 2 - COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

DENOMINAÇÃO GERAL	AUTORES	CORRESPONDÊNCIA NO CONTEXTO DO ESTADO E DESIGNAÇÃO ESPECÍFICA DOS TRABALHOS REALIZADOS	DESCRIÇÃO GERAL E CARACTERÍSTICAS
Superfície de Cimeira	1	Planalto de Paranapiacaba (Rebordo Sul) - Superfície de Cimeira	Extensas superfícies elevadas entre cotas 700-900 m. Morros tendem a mamelonização e planícies aluvionares são bem desenvolvidas.
	2	Planalto Atlântico/ Zona do Alto Turvo	Nivelado a 700-800 m de altitude, correspondente ao Primeiro Planalto Paranaense; drenado pela bacia do Rio Turvo e outros afluentes do Ribeira de Iguape; altitudes entre 700 e 995 m, cota máxima às cabaceiras do Rio Jacupiranguinha; Limite sul e nítido com escarpas festonadas e serras alongadas. Limite norte menos dissecado; relevo de morrotes baixos com amplitudes locais menores que 50 m. Topos arredondados, vertente com perfis convexo e retilíneo; drenagem de alta densidade, padrão em treliça, vales fechados e abertos, planícies aluviais interiores restritas
Encosta do Planalto	1	Encosta do Planalto	Frente do planalto muito festonado, alternando vale profundo com extensos esporões de serra. Espigões graníticos proporcionam relevos proeminentes
	2	Província Costeira / Serrania do Ribeira	Forte entalhamento a partir de áreas niveladas outrora a 900-1100 m geram grandes amplitudes topográficas. Relevos montanhosos (predominam declividades médias e altas acima de 15% e amplitudes locais chegam até 300 m). Os topos são angulosos com perfis retilíneos por vezes abruptos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado vales fechados.
Morros Interiores	1	Região Pré-Serrana/ Morros de 100-300 m	Região de transição entre o planalto e a baixada litorânea. Nivel intermediário de morros e espigões representando zona de erosão diferencial.
	2	Relevo de Morros	Predominam declividades médias e altas, acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 m. Topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão em treliça a localmente sub-dendríticas, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.

AUTORES: 1 - RAHALHO E HAUSEN (1975); 2 - PONÇANO et alii (1981)

Figura 6 - Mapa geomorfológico da área estudada, adaptado de RAMALHO, 1975

3.1.5. Clima

3.1.5.1. Circulação Atmosférica

A área é afetada durante o ano todo por duas massas de ar (CAMARGO et alii, 1972). A principal, e que tem maior atuação durante todo o ano, é a Tropical Atlântica (TA), originária do anticiclone migratório do Atlântico Sul e Sudeste trazendo umidade do mar que é descarregada no continente, influenciando na distribuição e no total das precipitações.

A segunda massa de ar é a Polar Atlântica (PA) originária da Patagônia, de atuação mais limitada porém de grande importância devido às mudanças de temperatura que acarreta, principalmente nos meses de inverno: junho, julho e agosto. Esta massa é a responsável pela ocorrência de mínimas de 2 a 3 graus centígrados na baixada, enquanto que na serra verificam-se geadas. Mesmo na época de verão pode haver incursões esporádicas dessa massa provocando a queda brusca de temperatura, acompanhada de fortes chuvas frontais.

As chuvas na região possuem regularidade por todo o ano. Isto pode ser explicado pela ação alternada das massas de ar Tropical Atlântica e Polar Atlântica, ora provocando chuvas orográficas, ora chuvas frontais nos

meses de inverno pelo encontro das duas massas de ar, além de chuvas de convecção térmica nos meses de verão.

A insolação é comprometida pela presença do Planalto Atlântico (compartimento geomorfológico Escarpa do Planalto) e a proximidade com a orla marítima, proporcionando a formação constante de nuvens. Desta forma, no decorrer do ano o número de dias de sol é reduzido. Conseqüentemente, a evapotranspiração fica sensivelmente diminuída, proporcionando sempre um saldo positivo de água no solo.

3.1.5.2. Balanço Hídrico e Classificação Climática

Balanços hídricos (segundo THORNTHWAITE & MATHER, 1955) obtidos através de dados e postos meteorológicos do DAEE e IAC, compilados por LEPSCH et alii, 1990) estão apresentados na figura 7. Os cálculos encontram-se no apêndice I.

O clima do compartimento Superfície de Cimeira, segundo a classificação de Koppen enquadra-se no tipo Cfb, definido como mesotérmico úmido sem estiagem, onde a temperatura do mês mais quente situa-se entre 10 e 22 graus centígrados.

POSTO FAZ. FAXINAL

ALT. 1000 m LAT. S 24° 51'
 PRECIP. = 1.841 mm LONG. W 48° 21'
 EVAP. = 798 mm
 EXCED. = 1.043 mm
 ARMAZ. = 125 mm
 TEMP. MÉDIA = 17,2 °C

COMPARTIMENTO
 SUPERFÍCIE DE CMEIRA

$I_m = 130,7$
 CLIMA SUPERÚMIDO

POSTO BARRA DO AZEITE

ALT. 70 m LAT. S 24° 48'
 PRECIP. = 1.521 mm LONG. W 48° 10'
 EVAP. POT. = 1.013 mm
 EXCED. = 508 mm
 ARMAZ. = 125 mm
 TEMP. MÉDIA = 21,1 °C

COMPARTIMENTO
 ENCOSTA DO PLANALTO

$I_m = 62,1$
 CLIMA ÚMIDO

Figura 07 - Balanço hídrico de dois locais situados na região estudada. Postos DAEE: a) Barra do Turvo (F5-34); b) Jacupiranga (F5-14).

Nos compartimentos Escarpa do Planalto e Sópé do Planalto (morros de 100 a 300 m), o clima é o tipo Cfa, tropical úmido, sem estação seca, sendo a temperatura do mês mais quente superior a 22 graus centígrados e o total de chuvas do mês mais seco, superior a 30 mm.

3.1.5.3.Regimes Hídrico e Térmico do Solo

Segundo critérios de Classificação Americana de Solos (EUA, 1975), o regime hídrico é considerado perúdic, ou seja, a precipitação excede a evapotranspiração em todos os meses do ano e apenas por breves períodos a água armazenada é utilizada; a tensão de umidade raramente chega a 1 bar na seção de controle.

Deve-se chamar a atenção para o fato de que os dados indicam solos da área no limite inferior desta classe, sendo que estes solos localizados na superfície de cimeira, tem o ambiente superúmido, e por sua vez aqueles situados no compartimento Encosta do Planalto e Morros, encontram-se no limite inferior da classe.

O regime de temperatura é considerado Térmico, com temperatura média anual do solo entre 15 a 22 graus centígrados e a amplitude térmica maior que 5 graus centígrados entre os meses mais frios de inverno e os de verão.

3.1.6. Pedologia

Os solos da área foram cartografados a nível de reconhecimento na escala de 1:500.000, como sendo Associação de Solos Hidromórficos e Podzólico Vermelho Amarelo "intergrade" para Latossolo Vermelho-Amarelo (BRASIL-SNPA, 1960).

Sendo os limites entre os Estados do Paraná e São Paulo passíveis de discussão, a área no seu limite mais Sul do último, que abrange os níveis topográficos mais altos, correspondente à Superfície de Cimeira/Planalto do Alto Turvo também já mapeada a nível de reconhecimento pela EMBRAPA-SNLCS, (1984), juntamente com o Estado do Paraná. A unidade de mapeamento composta da área, assinalada para o local, é a " Associação de Cambissolo Alíco. Tb, substrato migmatitos + Latossolo Vermelho-Amarelo Alíco pouco profundo, ambos A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical altimontana, relevo ondulado e forte ondulado " .

Posteriormente LEPSCH et alii (1988) mapearam a área a nível de reconhecimento com detalhes, sendo que as unidades de mapeamento, apresentadas na escala 1:250.000 (figura 8), foram:

a) LAa2: Associação de Latossolo Amarelo Alico pouco profundo mais Cambissolo Tb substrato migmatito, ambos A moderado, argilosa, relevo forte ondulado ;

b) LAa3 :Associação de Latossolo Amarelo Alico pouco profundo textura argilosa mais Solo Podzólico Vermelho Amarelo, Tb, textura arenosa/argilosa, todos A moderado, relevo ondulado;

c) PVa1: Solo Podzólico Vermelho Amarelo, latossólico, A moderado, textura argilosa/ muito argilosa, relevo suave ondulado;

c) PVa3: Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Alico, Tb, A moderado, textura média (franca)/argilosa, relevo ondulado e forte ondulado;

e) Ca2: Associação de Cambissolo, Tb, argiloso, substrato filito-xisto, + Solo Podzólico Vermelho Amarelo Alico, Tb, textura média/argilosa ou argilosa/muito argilosa ambos A moderado, relevo forte ondulado ou montanhoso;

f) Ca4: Associação de Cambissolo, Tb, + Cambissolo latossólico, ambos A moderado, textura argilosa, ou argilosa com cascalho, substrato granito, relevo montanhoso;

g) Associação complexa de Cambissolo distrófico ou Álico, Tb, textura argilosa ou média, substrato migmatito mais Solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico ou álico, Tb, textura média/argilosa + Cambissolo latossólico textura argilosa, substrato migmatito, todos A moderado, relevo montanhoso;

h) Ga: Grupamento indiscriminado de Solo Gleí álico ou distrófico textura argilosa, relevo plano;

i) Gd: Associação complexa de Solo Gleí distrófico, Tb, textura argilosa + Cambissolo distrófico ou eutrófico, Tb, A moderado, textura argilosa/média ou argilosa, substrato sedimentos aluviais, relevo plano;

j) Ra: Associação de Solo Litólico,. Tb, A moderado, textura média com cascalho, substrato granito + Afloramentos de Rocha, relevo escarpado.

Figura 8 - Mapa pedológico da área estudada, adaptado de
LEPSCH et alii, 1988. (escala original 1:250.000)

3.1.7. Cobertura Vegetal e Uso Atual da Terra

A vegetação original das Encostas (Escarpa do Planalto) e Morros é do tipo Mata Tropical Latifoliada de Encosta segundo CAMARGO (1972), sendo considerada como "climax" e fisionomicamente constituída por indivíduos de porte arbóreo, herbáceo, epífitas e lianas.

Na superfície de Cimeira pode ser considerada como Floresta Alta e Media Latifoliada Sempre Verde, submontana, perúmida. Também Campos de várzeas dominados por vegetação típica de taboa e ciperáceas ocorrem ao longo dos vales mais abertos na Superfície de Cimeira.

A cobertura vegetal original apresenta-se praticamente toda alterada, ainda que pesem todos os instrumentos e restrições legais vigentes contra o desmatamento indiscriminadamente da Mata Atlântica.

O uso atual da terra é apresentado na figura 9 notando-se grandes áreas antrópicas na Escapa do Planalto.

Figura 9 - Mapa de uso de terra, da região de estudo, segundo LEPSCH et alii (1990).

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Escritório e Campo

Após ampla revisão bibliográfica sobre o meio físico da região do Vale do Rio Ribeira de Iguape e da interpretação de fotografias aéreas na escala 1:60.000 (vôo USAF, 1966), mapas geológicos (MORGENTHAU et alii, 1974) e mapas geomorfológico (RAMALHO, 1974) apoiados por carta planialtimétrica 1:100.000 (MINISTERIO DO EXERCITO-DSG 1970) elegeu-se a transecção de estudo.

A partir daí, trabalhos de campo foram conduzidos, percorrendo-se todos os acessos possíveis para o reconhecimento dos componentes do meio físico, em especial os compartimentos geomorfológicos, e para a coleta sistemática de amostras de solos.

A descrição e coleta dos pedons e coleta de amostras de solos seguiu as normas da SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIAS DO SOLO (1982), exceto para a nova denominação de horizontes onde adotaram-se as normas da EMBRAPA-SNLCs (1988).

Depois de descrita e identificada a unidade de solo coletaram-se duas amostras por ponto, correspondendo ao horizonte diagnóstico de superfície (horizonte A) e de sub-superfície (horizonte B). Em pontos selecionados foram descritos e coletados perfis completos para análises mais detalhadas.

3.2.2. Métodos de Laboratório

As amostras foram secas ao ar, destorradas e peneiradas em malha de 2 mm. A partir daí a fração terra fina seca ao ar (T.F.S.A.) foi submetida a determinações físicas e químicas nos laboratórios da Seção de Pedologia do Instituto Agronômico de Campinas.

3.2.2.1. Análises Químicas

Feitas segundo a metodologia de CAMARGO et alii (1986), que sucintamente é descrita a seguir:

pH em água e em solução de cloreto de potássio 1N. Determinação potenciométrica após três horas de repouso, relação solo-líquido 1:2,5.

Carbono Orgânico (C). Obtido por oxidação da matéria orgânica com solução de dicromato de potássio em meio ácido e titulação do excesso de dicromato com solução de sulfato amoniacal 0,05 N e uso de difenilamina como indicador.

Bases trocáveis (Ca, Mg, K, Na). Obtidos por extração por agitação de 5g de T.F.S.A. com 50 ml de NH_4OAc 1N a pH 7.0. O cálcio e o magnésio foram determinados no extrato por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se solução de óxido de lantâneo a 0,2% para eliminar a interferência do alumínio e fósforo. O potássio foi determinado por fotometria de chama.

Soma de bases, S meq/100g T.F.S.A. = $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$

Saturação por Bases, $V\% = 100 S/T$

Acidez titulável (H^+ + Al^{3+}). Obtido por extração por agitação de 5g de T.F.S.A. com 100 ml de acetato de cálcio pH 7.0 e titulação com NaOH 0.1N, usando fenolftaleína como indicador.

Alumínio trocável (Al^{3+}). Obtido por extração por agitação de 5g de T.F.S.A. com 100 ml de cloreto de potássio 1N e titulação com NaOH 0,1N usando fenolftaleína como indicador.

Saturação por Alumínio, $\text{Al}\% = 100 (\text{Al}^{3+}/\text{Al}^{3+} + S)$

Capacidade de Troca de Cátions, $T = S + \text{Al}^{3+} + \text{H}^+$

Ataque sulfúrico. Determinação do SiO_2 %, FeO_3 %, Al_2O_3 % e TiO_2 %, fazendo uso do ácido sulfúrico ($d = 1,47$), para promoção do ataque ácido e determinação de SiO_2 no resíduo resultante e de Fe_2O_3 , de Al_2O_3 e de TiO_2 no filtrado.

3.2.2.2. Análises Físicas

Granulometria. Foi determinada na terra fina seca ao ar T.F.S.A. (menos que 2 mm de diâmetro), o método usado foi a da pipeta tendo como dispersante mistura de hexametáfosfato com hidróxido de sódio, segundo GROHMANN & RAIJ (1973). Empegou-se agitador rotatório de Wigner a 30 rpm durante dezesseis horas. As partículas de solo foram separadas em quatro frações: areia grossa (2 - 0,2mm), areia fina (0,2 a 0,02mm para as amostras de "pontos" e 0,2 a 0,05 para "perfis", silte (0,05 a 0,002mm para "pontos" e 0,02 a 0,002mm para "perfis") e argila (partículas menores que 0,002mm de diâmetro).

Argila dispersa em água. Processou-se da mesma maneira como foi feito para a argila total, porém usando-se unicamente água destilada como dispersante.

Grau de floculação. Calculado segundo a fórmula $100(\text{argila total} - \text{argila dispersa em água}) / \text{argila total}$.

3.2.3. Análise Mineralógica

Análise mineralógica da fração argilosa. Algumas amostras do horizonte B dos solos foram tomadas e realizada difração de raio-x sem remoção de óxidos de ferro e matéria orgânica, fazendo-se uso da radiação de tubo de cobalto e filtro de ferro. O equipamento utilizado foi um difratômetro de raios-x HZG da Seção de Pedologia do IAC.

Análise mineralógica da fração areia. Em um perfil procedeu-se a identificação dos minerais através de métodos óticos, mediante uso de lupa binocular e microscópio polarizante. Essa análise foi realizada pelo laboratório de mineralogia do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.

3.2.4. Cálculos Estatísticos

Para avaliação de dados de rotina dos solos (pH, cations trocáveis, H^+ , carbono e granulometria), procedeu-se ao cálculo das médias aritméticas simples, de parâmetros selecionados no horizonte B. Além disso calculou-se o erro padrão da média através da fórmula:

$$s(m) = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

N = número de amostras
 s = desvio padrão
 $s(m)$ = erro-padrão da
 média

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evolução Geomorfológica Geral da Área

Para compartimentar a área segundo suas características geomorfológicas mais evidentes dentro da escala de trabalho considerou-se as feições fisiográficas atuais, as quais foram interpretadas segundo modelo de evolução da paisagem conforme os conceitos propostos por BIGARELLA et alii (1965 a).

Estes autores estudando a evolução de vertentes no Brasil Sul/Sudeste, afirmam que os eventos relacionados a uma sucessão de climas úmidos e semi-áridos foram os principais responsáveis pela evolução da paisagem, pelo menos no Quaternário. Durante as fases úmidas predominaram processos de erosão e dissecação vertical do relevo, enquanto as fases semi-áridas seriam responsáveis pelo desenvolvimento de superfícies de pedimentação. Localmente, estas oscilações climáticas relacionam-se aos períodos interglaciais e períodos glaciais das regiões de altas latitudes. A tabela 3 relaciona a sequência desses eventos.

Tabela nº 3 - EVENTOS QUATERNÁRIOS NO BAIXO VALE DO RIBEIRA
segundo BIGARELA & MOUSINHO, 1965

IDADE	ESTÁGIO		CLIMA	PROCESSO	ASPECTO	
	GLACIAL	INTERGLACIAL			GEOMORFOLÓGICO	FORMAÇÃO
Holo- ceno			úmido com fases secas	Dissecação e Sedimen- tação	Baixos terraços fluviais síl- tico-argilosos	Várzeas e Colúvios
P	Wisconsin		semi-árido	Morfogênese mecânica	Baixo terraço com cascalheiro	
L		Sangamon	úmido	Dissecação		
E						
I	Illinoian		semi-árido	Morfogênese mecânica	Pedimento P ₁ e terraço correspondente	Pariquera- Açu I
S		Yarmouth	úmido	Dissecação		
T						
O	Kansan		semi-árido	Morfogênese mecânica	Pedimento P ₂ e terraço correspondente	Pariquera- Açu II
E		Aftonian	úmido	Dissecação		
N						
O	Nebraska		semi-árido	Morfogênese mecânica	Pediaplano Pd ₁ e terraço correspondente	Pariquera- Açu III

Segundo BIGARELLA et alii (1965b), na bacia do Ribeira o condicionamento da evolução da paisagem às condições climáticas não exclui o efeito dos movimentos tectônicos ou eustáticos, porém lhes confere apenas importância secundária. Assim, a evolução das vertentes se daria predominantemente por regressão paralela, segundo o modelo proposto por esses autores, conforme ilustram as figuras 9 e 10, em função das alternâncias climáticas.

De fato, observa-se que a morfogênese climática semi-árida apresenta testemunhos na paisagem de hoje, representados por alvéolos(**) que podem ser considerados como feições de depósitos remanescentes de relevo em épocas de pedimentação.

Estes testemunhos são detectados, através de fotointerpretação, ao longo dos rios Jacupiranguinha e Capelinha, que cortam o compartimento encosta do planalto (ver figura 1).

Uma vez delineados os grandes traços estruturais condicionados pelo tectonismo mais antigo, pode-se aplicar os conceitos de BIGARELLA et alii (1965 a e b) de maneira a explicar a compartimentação geomorfológica associada às fases de elaboração de grandes superfícies aplainadas (pediplanos).

(**) Alvéolo - Seção de um vale, geralmente entulhado de sedimentos (GUERRA, 1978)

Figura 10 - Evolução de vertente sob mudança de clima, segundo PENTEADO (1980).

Figura 11 - Diagrama representando perfis sucessivos em estágio de evolução de vertente, segundo PENTEADO (1980).

Assim, o compartimento superfície de cimeira ou planalto do Alto Turvo corresponderia ao Pd3, que teria se desenvolvido durante o período Cretáceo-Eoceno, sendo posteriormente deformado pela tectogênese e dissecado pela morfogênese Cenozóica. Provavelmente, o Pd3 descrito por BIGARELLA et alii(1965 a e b) corresponde à Superfície Sul Americana identificada por KING(1956) ou Superfície Paleogenica de MARTONE(1940).

A encosta do Planalto é, atualmente, a zona de erosão mais ativa, relevo intermontano de transição; deve corresponder aproximadamente ao posicionamento de uma porção do antigo Pd2, elaborado em fases de pedimentação semi-árida do Plioceno com alternâncias de fases secas e úmidas. Hoje encontra-se bastante erodido devido à forte dissecação, relativa ao recuo de vertente que vem sofrendo desde aquela época.

O compartimento morros inferiores (100 a 300 m) (correspondente ao "relevo de morros" de PONÇANO et alii, 1981), provavelmente tem seus topos relacionados ao Pd1 desenvolvido no Pleistoceno superior, através de aplainamento extensivo, elaborado sob a ação efetiva dos agentes da morfogênese mecânica. A elaboração final do Pd1, tentativamente datada durante o Nebraskan, teve flutuações para o clima úmido, porém sua influência não foi capaz de quebrar o aspecto monótono que a superfície apresentava na época de sua esculturação. Uma dissecação

intensa, provocada por período úmido, foi responsável pela atual configuração em forma de morros deste compartimento. Esta evolução, sob a ação do clima úmido atual, é o que AB'SABER (1971) designa como mamelonização, isto é *"conjunto de processos fisiográficos suficientemente capaz de arredondar as vertentes de rochas cristalinas decompostas, até o nível de uma feição geométrica policonvexa, fato que se processou pari passo com o aprofundamento de intemperismo químico, a pedogênese tropical, assim como simultaneamente com a dendrificação dos ramos menores de drenagem"*

Processos de mamelonização semelhantes aos ocorridos no compartimento relevo de morros, provavelmente ocorrem na superfície de cimeira relativa ao Pd3. Contudo, devido ao fato de, nesta região, as diferenças do nível de base local (condicionado pela quebra de gradiente do rio Turvo, hoje a aproximadamente 800m de altitude) serem menores, a profundidade de dissecação é menor e a remoção de regolito provavelmente foi também menor que nos demais compartimentos. A figura 11 apresenta de modo esquemático a proposição da sequência de elaboração de pediplanos na área estudada, adaptado de PENTEADO(1980).

CORRESPONDÊNCIA ENTRE EVENTOS E COMPARTIMENTOS
GEOMORFOLÓGICOS:

Pd_1 ---> Morros Inferiores

Pd_2 ---> Encosta do Planalto

Pd_3 ---> Superfície de Cimeira

Figura 12 - Esquema da seqüência de pediplanos esculpidos na
área estudada, adaptado de PENTEADO (1980).

4.2. Subcompartimentos Geomorfológicos

Durante os trabalhos de campo (caminhamento apoiado em fotointerpretação), alguns aspectos morfométricos e morfológicos dos compartimentos geomorfológicos delimitados nos trabalhos precursores de RAMALHO & HAUSEN (1975) e PONÇANO et alii (1981) chamaram atenção.

Este fato possibilitou o detalhamento dos compartimentos geomorfológicos devido a peculiaridades significativas em termos de evolução de paisagem. Justifica-se então uma proposta de detalhamento apresentada na tabela 4, onde a superfície de cimeira (C) foi desmembrada em duas (C1 e C2), assim como encosta do planalto (E1 e E2) baseado em observações de campo, análise de fotos e cartas topográficas.

4.3. Sequência Hipotética de Estabilidade entre os Compartimentos Geomorfológicos

A compartimentação geomorfológica e a percepção da existência de subcompartimentos possibilita a proposição de uma série lógica de estabilidade relativa dessas unidades. O termo estabilidade é considerado aqui em

relação ao balanço morfogênese X pedogênese (TRICART, 1968) a nível local e, em traços gerais, quanto à idade relativa e evolução dos compartimentos através dos grandes eventos morfoclimáticos propostos por BIGARELLA et alii (1965 a e b). Apesar desta metodologia envolver certo grau de subjetividade, a morfologia e a morfografia fornecem várias evidências e sugerem elementos passíveis de serem considerados para inferências dessa natureza. Assim, os elementos tomados em conta no item anterior, conforme tabela 4, juntamente com a evolução geomorfológica aventada no item 4.1., permitem inferir a seguinte sequência decrescente de estabilidade geomorfológica: $C_1 > C_2 > M > E_2 > E_1$.

C_1 e C_2 estão, teoricamente, localizados no compartimento mais estável porque ocupam as cotas mais altas do relevo e mais próximas dos divisores de águas regionais (Turvo X Capelinha) e que, portanto, seriam em grandes traços os mais preservados do processo erosivo de esculturação da paisagem. Isto não significa, porém, que não estariam sujeitos ao desmonte e retrabalhamento ocorrido principalmente durante as últimas fases do Pleistoceno, dentro do próprio compartimento.

O subcompartimento C_1 é considerado como o mais estável, por situar-se na área central do compartimento C (conforme ilustra a figura 13) e também devido à maior extensão e suavidade dos topos. Está associado a várzeas

preenchidas com aluviões resultantes do desgaste de suas vertentes próximas, condicionados ao nível da base local.

O subcompartimento C₂ vem em seguida, com formas de colinas convexas e retilíneas, sem várzea e posicionada na borda da superfície de cimeira, atestando de certa maneira uma retomada erosiva. As vertentes ligam-se diretamente ao talvegue. (Tabela 4)

Os morros inferiores (M) ocupam posição de piedmonte. Apresentam as formas suavizadas, no entanto ravinadas, mas com balanço relativo favorável à pedogênese.

A encosta do planalto (E₁ e E₂) é hoje esculpida por erosão regressiva, sendo que a zona de ataque mais recente situa-se nos esporões de maior declividade (E₁), onde são comuns os afloramentos de rocha.

E₂ é integrante da escarpa erosiva, mas ocupa a posição inferior da encosta, mais próxima do sopé. A esculturação é ativa. Contudo, as formas indicam menor agressividade dos processos erosivos e amplitudes altimétricas menos extremas que E₁, favorecendo a expressão de processos pedogenéticos, ainda que tímidos. A figura 12 ilustra a subdivisão geomorfológica.

Tabela nº 4 — DESCRIÇÃO DOS SUB-COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA ESTUDADA

COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	SUB COMPAR- TIMENTO	TIPOS DE RELEVO/CARACTERÍSTICAS	PERFIL SEMI-ESQUEMÁTICO DAS VERTENTES
Superfície de Cimeira (C)	C ₁	<p>Morros e morretos de vertentes convexas e tendendo a retilíneas na base.</p> <p>Intercala-se com planícies aluvionares abertas, bem desenvolvidas.</p> <p>- Amplitudes locais entre 30 e 50 m</p> <p>- Declividades entre 6-15%</p>
	C ₂	<p>Morros e morretos de vertentes predominantemente convexas com ausência de planícies aluvionais.</p> <p>Drenagem de padrão dentritico, vales encaixados</p> <p>- Amplitudes locais - 100 a 200 m</p> <p>- Declividades entre 20 a 30%</p>
Encostas do Planalto (E)	E ₁	<p>Espigões digitados em cristas estreitas e ponteadas, correspondentes a erosão das borda da superfície da cimeira.</p> <p>Forma de anfiteatro no contato entre esses compartimentos.</p> <p>Vales profundos e encaixados, ravinamento generalizados nas vertentes.</p> <p>- Amplitude locais entre 250 a 300 m</p> <p>- Declividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> no sentido do eixo maior do espigão - 15 a 30% no sentido do eixo menor do espigão - 40 a 70%
	E ₂	<p>Espigões digitados com ravinamentos frequentes, crista abaulada e/ou agudas. Presença de cristas isoladas pela dissecação.</p> <p>Drenagem principal com planícies aluviais restritas.</p> <p>- Amplitudes locais entre 100 a 200 m</p> <p>- Declividades entre 25 a 35%</p>
Morros Inferiores (M)	M	<p>Dominância de formas abatidas de morros com vertentes convexas e ravinadas. Topos arredondados e raramente presença de cristas agudas.</p> <p>Planície aluvial restrita</p> <p>- Amplitudes locais entre 100 a 150 m</p> <p>- Declividade entre 15 a 30%</p>

Figura 13 - Corte longitudinal da transecção mostrando o embasamento litológico, a configuração aproximada do relevo, os compartimentos e sub-compartimentos geomorfológicos.

4.4. Unidades de Solos Identificados

O mapa pedológico a nível de reconhecimento com detalhes (LEPSCH et alii, 1988) expressa a ocorrência de unidades de mapeamento compostas, descritas sucintamente no Macrozoneamento das Terras da Região do Ribeira de Iguape, SP (LEPSCH et alii, 1990).

O presente estudo identificou não somente as unidades taxonômicas constantes daquele documento, como também outros solos onde devido a escala final de publicação não foram considerados.

Portanto, a seguir são listadas e descritos sucintamente as unidades taxonômicas de solo de importância identificadas segundo taxonomia descrita por CAMARGO et alii (1987), bem como a síntese dos dados morfológicos e analíticos.

Como se trata de um estudo genérico, adotando-se as proposições de OLIVEIRA et alii (1982, p.15), onde "o conceito de unidade de solo utilizado não corresponde exatamente ao de unidade taxonômica ou taxon. Corresponde, isto sim, a um agrupamento de solos que, a nível categórico elevado, pertence a uma mesma classe de um sistema taxonômico (no caso o sistema brasileiro), mas que a níveis categóricos mais baixos, pode estar englobando solos de

mais de uma classe ou pode apresentar características diferenciais de ordem geomorfológica, litoestrafigráfica ou outra qualquer, estranho ao sistema de classificação vigente, mas julgada de interesse regional".

Omitem-se as fases de relevo, pois estas são relacionados aos compartimentos geomorfológicos.

4.4.1. Solos com B Latossólico

4.4.1.1. Latossolo Amarelo Alíco, pouco profundo, A moderado textura argilosa (LApp)

Apresenta horizonte A moderado, com transição gradual para horizonte B latossólico de coloração amarelada e muito baixos teores de ferro (menos que 7%).

A espessura do solum (A + B) situa-se entre 100 e 150 cm.

A estrutura do horizonte A é granular, moderada a forte e do horizonte B em blocos subangulares sem prismas, grande e fraca. A transição entre os horizontes é difusa.

O resumo de dados analíticos encontra-se na tabela nº 5. O numero de pontos prospectados foi de 18. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm. de profundidade e o horizonte B foi amostrado entre 60-80, ou 80-100cm de profundidade.

TABELA Nº 5 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Latossolo Amarelo Álico, pouco profundo, A moderado, textura argilosa, (LApp)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H2O}	A	3,7	5,5	4,3	0,10
	B	4,3	4,9	4,6	0,04
pH _{KCl}	A	3,1	4,6	3,7	0,09
	B	3,2	4,2	3,9	0,06
ΔpH	A	- 1,1	- 0,3	- 0,6	0,06
	B	- 1,1	- 0,5	- 0,7	0,04
C	A	1,7	7,6	3,0	0,33
	B	0,5	3,8	0,9	0,17
Ca ²⁺	A	0,1	7,0	1,0	0,40
	B	0,0	0,9	0,2	0,07
Mg ²⁺	A	0,1	2,3	0,5	0,14
	B	0,00	0,8	0,1	0,05
K ⁺	A	0,01	0,62	0,15	0,03
	B	0,00	0,23	0,06	0,02
Na ⁺	A	0,00	0,07	0,03	0,01
	B	0,00	0,05	0,02	0,00
S	A	0,2	9,9	1,8	0,56
	B	0,0	1,7	0,5	0,12
Al ³⁺	A	0,3	8,2	3,5	0,44
	B	1,6	4,9	2,5	0,25
H ⁺	A	2,1	15,8	7,5	0,72
	B	1,6	4,9	2,5	0,25
T	A	4,2	23,2	12,9	1,04
	B	4,2	15,9	6,6	0,63
V	A	3,3	62,7	13,1	3,43
	B	0,7	20,2	7,7	1,24
argila	A	30	65	45	2,49
	B	34	75	54,22	2,80
silte	A	5	41	16,71	2,18
	B	4	42	15,39	2,26

Cont...

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
la.grossa	A	3	37	16,59	2,65
	B	7	34	3,00	3,00
la.total	A	18	56	38,29	12,86
	B	14	48	30,39	2,67
silte/ Argila	A	0,11	1,17	0,39	0,06
	B	0,08	1,24	0,32	0,07
RC.	A	5,3	26,8	12,4	1,32
	B	2,3	17,1	6,3	0,90
T/100g argila corrigida	A	-20,2	13,5	- 1,8	1,87
	B	- 2,6	13,3	4,9	0,81
T/100g argila s/ correcao	A	10,6	46,1	29,6	2,49
	B	6,7	36,2	12,9	1,56

$$pH = pH\ KCl - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$$

$$T = S + Al^{3+} + H^{+}$$

$$V\ \% = 100\ (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.2. Solos com B Textural

4.4.2.1. Solo Podzólico Amarelo Alíco, Tb, A moderado, textura, média/argilosa, "epiáquico" (PA)

São solos de coloração bruno forte ou bruno amarelo com teores de ferro menores que 7 % e atividade de argila menor que 24 meq/100g e com índice ki inferior a 2,2. A estrutura do horizonte A é granular e do horizonte B, do tipo blocos subangulares (e/ou prismas que se desfazem em blocos subangulares) médios e de grau moderado a forte. Existe cerosidade comum, forte a moderada, recobrindo unidades estruturais no horizonte B.

Característica distintiva desta unidade é a presença de algum hidromorfismo na transições entre os horizontes A e B, indicada por mosqueamento característico nessa posição do perfil.

O resumo dos dados analíticos encontra-se na tabela 6. O número de pontos prospectados foi de 10. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 60-80 ou 80-100cm de profundidade.

TABELA Nº 6 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Podzólico Amarelo Álico, Tb, A moderado, textura argilosa/média, "epiaquico" (PA)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H₂O}	A	3,9	4,80	4,36	0,06
	B	3,6	5,84	4,56	0,08
pH _{KCl}	A	3,2	4,00	3,72	0,06
	B	3,9	4,10	3,96	0,07
Δ pH	A	- 0,80	- 0,50	- 0,63	0,01
	B	- 1,54	0,30	- 0,60	0,04
C	A	1,90	5,00	3,12	0,35
	B	0,20	1,40	0,76	0,14
Ca ²⁺	A	0,02	3,80	0,91	0,41
	B	0,10	0,80	0,28	0,09
Mg ²⁺	A	0,02	1,50	0,40	0,16
	B	0,00	0,40	0,13	0,04
K ⁺	A	0,03	0,51	0,16	0,02
	B	0,01	0,17	0,04	0,02
Na ⁺	A	0,00	0,06	0,03	0,00
	B	0,00	0,03	0,02	0,00
S	A	0,11	5,81	1,50	0,62
	B	0,14	1,27	0,47	0,12
Al ³⁺	A	1,10	5,10	2,73	0,39
	B	1,60	2,60	2,29	0,10
H ⁺	A	5,30	12,80	7,66	0,89
	B	1,30	5,70	3,17	0,50
T	A	7,11	20,21	11,89	1,39
	B	3,14	9,27	5,93	0,62
V	A	1,39	31	10,78	3,61
	B	2,72	15,45	7,62	1,37
argila	A	15	54	35,33	3,89
	B	35	57	46,78	2,34
silte	A	10	21	13,44	1,32
	B	8	21	12,78	1,56

Cont...

Cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
a.grossa	A	14	42	30,33	3,84
	B	10	38	24,78	8,78
a.total	A	30	68	51,22	4,06
	B	26	56	40,44	2,74
Silte/	A	0,24	1,40	0,46	0,11
Argila	B	0,15	0,53	0,28	0,04
RC.	A	7,51	20,60	12,41	1,18
	B	4,09	8,63	5,99	0,41
T/100g	A	- 9,91	- 2,13	- 6,24	0,93
argila	B	3,85	9,54	5,58	0,52
corrigida					
T/100g	A	23,51	59,27	35,42	3,53
argila s/	B	6,98	16,85	12,69	1,16
correcao					

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$$

$$T = S + Al^{3+} + H^{+}$$

$$V\% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.2.2. Solo Podz~~o~~lico Vermelho-Amarelo Distrófico ou
Alico, Tb, A moderado, textura média (franco
argilo-arenoso/ argilosa (argilo-arenosa) -
(PVa 1)

Esta unidade caracteriza-se principalmente pela textura franco-argilo-arenosa no horizonte A e os perfis normalmente são inferiores a 1 metro de espessura.

A estrutura no horizonte B é do tipo subangular, média a grande, de grau moderado a forte e frequentemente com resíduos de rochas semidecompostas na massa do solo. A consistência do solo úmido é firme.

Predominam cores vermelho amareladas e amarelo avermelhadas no horizonte B, onde o conteúdo de óxido de ferro é em torno de 8 a 9 % B.

O resumo dos dados analíticos encontra-se na tabela 7. O numero de pontos prospectados foi 11. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 60-80 ou 80-100cm de profundidade.

TABELA Nº 7 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais de unidade Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico ou Álico, Tb, A moderado, textura média, (franco-argila-arenosa)/argilosa (argilo-arenosa) (PVA-1)

ATRIBUTO	HORIZONTE (*)	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H₂O}	A	4,2	6,1	5,19	0,15
	B	4,4	6,6	5,23	0,20
pH _{KCl}	A	3,60	5,4	4,26	0,14
	B	3,70	5,1	4,05	0,12
Δ pH	A	- 1,20	- 0,6	- 0,93	0,05
	B	- 2,10	- 0,6	- 1,17	0,16
C	A	1,40	4,1	2,55	0,21
	B	0,10	0,6	0,42	0,06
Ca ²⁺	A	1,00	11,0	4,10	0,93
	B	0,20	8,6	1,29	0,70
Mg ²⁺	A	0,08	4,3	1,55	0,37
	B	0,10	6,8	1,51	0,64
K ⁺	A	0,04	1,70	0,38	0,13
	B	0,02	0,33	0,09	0,03
Na ⁺	A	0,00	0,11	0,05	0,01
	B	0,00	0,33	0,07	0,03
S	A	1,27	15,59	6,08	1,22
	B	0,46	15,55	2,96	1,30
Al ³⁺	A	0,00	3,30	0,91	0,32
	B	0,02	4,00	1,95	0,38
H ⁺	A	1,00	9,10	4,90	0,67
	B	0,30	2,50	2,02	0,25
T	A	5,52	21,49	11,89	1,24
	B	4,18	18,07	6,93	1,13
V	A	12,18	83,74	50,54	6,88
	B	8,16	86,05	31,92	7,73
argila	A	16	42	31,18	3,06
	B	4,9	65	44,17	5,11

Cont...

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
silte	A	8	23	16,91	1,21
	B	3	25	12,91	1,78
a.grossa	A	7	39	12,91	2,39
	B	4	33	51,91	2,60
a.total	A	33	65	51,91	2,60
	B	25	50	42,92	5,26
silte/ argila	A	0,19	0,86	0,62	0,08
	B	0,10	0,86	0,36	0,07
RC.	A	8,98	57,14	25,26	5,75
	B	2,58	34,60	17,13	5,00
T/100g argila	A	- 5,31	26,23	2,03	2,63
corrigida	B	2,58	36,16	17,74	5,80
T/100g argila s/ correcao	A	23,80	74,10	41,26	5,36
	B	7,80	40,16	23,84	7,58

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$$

$$T = S + Al^{3+} + H^{+}$$

$$V \% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.2.3. Solo Podzólico Vermelho Amarelo, Alíco, Tb, A
moderado textura média (argilo-arenosa) / argilosa
(PVa-2)

Esse solo tipifica-se pelo caráter alíco em todo o perfil e a textura argilosa no horizonte B. A estrutura e consistência úmida no horizonte B também pode ser considerada uma característica distintiva, uma vez que é do tipo blocos subangulares, de grau moderado e tamanhos médios, e friável quando úmido.

Os perfis observados variam de 100 a 150 cm de espessura e as cores de maior frequência são bruno amarelado e bruno forte.

O resumo dos dados analíticos encontra-se na tabela 8. O número de pontos prospectados foi 7. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 60-80cm ou 80-100cm de profundidade.

TABELA Nº 8 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Podzólico Vermelho, Amarelo Álico, Tb, A moderado, textura média (arilo-arenosa)/argilosa, PVa-2

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H2O}	A	4,5	6,0	5,06	0,16
	B	4,4	5,0	4,71	0,07
pH _{KCl}	A	3,7	5,3	4,16	0,19
	B	3,7	4,2	3,83	0,06
Δ pH	A	- 1,20	- 0,70	- 0,90	0,06
	B	- 1,10	- 0,60	- 0,69	0,06
C	A	1,5	2,9	2,00	0,19
	B	0,20	0,80	0,49	0,07
Ca ²⁺	A	0,90	6,60	3,07	0,75
	B	0,20	0,70	0,47	0,08
Mg ²⁺	A	0,40	3,40	1,46	0,35
	B	0,10	2,40	0,53	0,29
K ⁺	A	0,05	0,40	0,17	0,04
	B	0,02	0,14	0,05	0,02
Na ⁺	A	0,00	0,05	0,03	0,01
	B	0,00	0,04	0,03	0,01
S	A	0,38	8,90	4,73	1,06
	B	0,39	3,18	1,08	0,34
Al ³⁺	A	0,00	2,00	0,90	0,27
	B	0,60	3,90	2,76	0,41
H ⁺	A	3,10	6,00	4,74	0,37
	B	1,70	2,80	2,26	0,14
T	A	6,88	14,48	10,37	0,87
	B	4,77	7,03	6,10	0,27
V	A	20,06	74,17	42	6,97
	B	6,62	55	18,27	6,02
argila	A	21	36	29,71	1,87
	B	49	61	55,86	1,71
silte	A	14	24	19,14	1,25
	B	6	15	11,43	1,07

Cont...

Cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
a.grossa	A	6	15	11,43	1,85
	B	8	21	13,00	0,92
a.total	A	45	60	51,14	1,97
	B	29	36	32,71	0,96
silte/ Argila	A	0,44	0,96	0,67	0,07
	B	0,10	0,31	0,21	0,03
RC.	A	12,89	30,69	18,69	2,50
	B	5,12	8,52	6,94	1,19
T/100g argila	A	- 7,83	16,55	4,51	2,71
corrigida	B	3,45	9,31	7,05	0,74
T/100g argila s/ correcao	A	27,52	41,38	34,91	1,91
	B	7,95	13,52	11,01	0,63

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$$

$$T = S + Al^{3+} + H^{+}$$

$$V\% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

**4.4.2.4. Solo Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico Alico,
A moderado, textura argilosa/muito argilosa (PV1)**

É um solo intermediário para Latossolo Vermelho-Amarelo. O perfil é bem desenvolvido, apresentando de 200 a 250 cm de espessura e a transição entre horizontes é difusa.

A estrutura é do tipo blocos subangulares, pequena e fraca a moderada no horizonte B, e a cerosidade é fraca e comum. No horizonte B a cor dominante é bruno forte e o teor de óxido de ferro está entre 8 e 10 %.

O resumo de dados analíticos encontra-se na tabela 9. O nº de pontos prospectados foi de 03. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 60-80cm de profundidade.

TABELA Nº 9 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Podzólico Vermelho, Amarelo Latossólico Álico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa (PV1)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
PH _{H2O}	A	4,6	5,10	4,82	0,09
	B	4,2	5,40	4,68	0,23
PH _{KCl}	A	3,8	4,2	4,00	0,20
	B	3,7	3,8	3,75	0,05
Δ PH	A	- 1,00	- 0,90	- 0,95	0,05
	B	- 0,90	- 0,80	- 0,85	0,05
C	A	0,60	2,60	1,72	0,37
	B	0,40	0,60	0,52	0,04
Ca ²⁺	A	0,60	2,70	1,48	0,40
	B	0,10	2,00	0,62	0,40
Mg ²⁺	A	0,40	1,80	0,88	0,30
	B	0,10	3,10	0,92	0,67
K ⁺	A	0,05	0,21	0,12	0,03
	B	0,01	0,09	0,04	0,02
Na ⁺	A	0,01	0,07	0,03	0,01
	B	0,01	0,04	0,03	0,01
S	A	1,06	4,71	2,51	0,70
	B	0,25	5,19	1,60	1,07
Al ³⁺	A	0,05	2,80	1,69	0,52
	B	0,50	3,90	2,66	0,66
H ⁺	A	2,60	4,60	3,84	0,40
	B	1,00	2,60	1,68	0,32
T	A	6,12	9,52	8,04	0,81
	B	5,35	7,29	5,94	0,40
V	A	15,92	50,32	30,19	6,46
	B	4,67	71,19	24,29	14,40
argila	A	24	37	32	2,78
	B	30	64	54,20	7,10

Cont...

cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
silte	A	12	19	14,40	1,44
	B	7	14	9,60	1,53
a.grossa	A	8	16	12,20	1,84
	B	3	8	6,20	1,12
a.total	A	50	64	53,60	3,13
	B	29	56	36,20	5,90
Silte/	A	0,35	0,61	0,46	0,06
Argila	B	0,11	0,47	0,21	0,08
RC.	A	11,35	15,35	13,11	0,89
	B	5,39	18,97	9,01	2,93
CTC/100g	A	- 7,84	18,43	0,02	5,64
argila	B	5,12	15,30	7,51	2,25
corrigida					
CTC/100g	A	19,74	30,19	25,29	2,10
argila s/	B	8,36	24,30	12,32	3,47
correcao					

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$$

$$T = S + Al^{3+} + H^{+}$$

$$V \% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.2.5. Planossolo Alicó, Tb, A moderado, textura arenosa/
média ou argilosa (PL)

É um solo de perfil pouco desenvolvido, com sequência de horizontes A, E, Bt onde a transição do horizonte E para o Bt assim como o incremento de argila, são abruptos.

O perfil é pouco profundo (50 cm de espessura) e imperfeitamente drenado, apresentando cores variegadas no contato entre os horizontes E e Bt devido a saturação de água.

A estrutura do horizonte B é prismática, grande e moderada a forte que se desfaz em blocos subangulares.

O horizonte E quando seco é duro, esboroando-se como fragipan quando pressionado entre os dedos.

O resumo dos dados analíticos encontra-se na tabela 10. O número de pontos prospectados foi 05. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20 cm de profundidade e horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 40-60cm de profundidade.

TABELA Nº 10 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Planossolo Álico, Tb, A moderado textura arenosa/média em argilosa, (PL)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H₂O}	A	4,0	4,90	4,26	0,15
	B	4,1	4,90	4,46	0,27
pH _{KCl}	A	3,30	4,10	3,48	0,14
	B	3,20	4,30	3,72	0,16
Δ pH	A	- 0,80	- 0,70	- 0,78	0,02
	B	- 1,00	- 0,60	- 0,74	0,08
C	A	1,30	5,20	2,58	0,64
	B	0,40	0,70	0,58	0,05
Ca ²⁺	A	0,40	1,30	0,86	0,15
	B	0,30	0,80	0,48	0,08
Mg ²⁺	A	0,10	1,10	0,44	0,16
	B	0,10	0,20	0,12	0,02
K ⁺	A	0,05	0,31	0,14	0,04
	B	0,02	0,09	0,04	0,01
Na ⁺	A	0,00	0,08	0,04	0,02
	B	0,00	0,07	0,03	0,01
S	A	0,62	2,71	1,48	0,32
	B	0,42	1,09	0,67	0,10
Al ³⁺	A	0,70	3,10	1,68	0,41
	B	0,80	4,10	2,50	0,57
H ⁺	A	1,40	6,60	4,54	0,98
	B	1,00	4,10	2,50	0,57
T	A	3,72	10,31	7,70	1,10
	B	3,86	7,89	5,81	0,59
V	A	9,99	26,29	19,21	2,73
	B	6,65	20,60	12,41	2,46
argila	A	1	19	10,40	2,74
	B	9	44	25,60	5,02
silte	A	10	26	17	2,33
	B	10	32	18	3,45

Cont...

Cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
la.grossa	A	38	58	45	3,30
	B	7	47	35,40	6,43
la.total	A	55	83	72,60	4,46
	B	24	76	56,40	7,76
Silte/	A	1,14	18	4,66	2,98
Argila	B	0,38	1,67	0,83	0,20
IRC.	A	---	---	---	---
	B	---	---	---	---
T/100g	A	---	---	---	---
argila	B	---	---	---	---
corrigida					
T/100g	A	---	---	---	---
argila s/	B	---	---	---	---
correcao					

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$$

$$T = S + Al^{3+} + H^+$$

$$V \% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.3. Solos com Horizonte B Incipiente

4.4.3.1. Cambissolo Alicó ou Distrófico, TB, A moderado, textura média ou argilosa, substrato migmatito (Cb-1)

São solos pouco desenvolvidos em termos de características morfológicas de estrutura, desenvolvimento de horizonte B e com volume expressivo de minerais primários residuais de intemperismo presentes ainda na massa do solo.

São rasos, com espessura inferior à 50 cm e textura que reflete diretamente a composição da rocha subjacente.

A saturação por bases, por vezes, pode pontualmente ser maior de 50 %.

O resumo de dados analíticos encontra-se na tabela 11. O número de pontos prospectados foi de 09. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 40-60cm de profundidade.

TABELA Nº 11 - Média, mínimo e máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Cambissolo Álico ou Distrófico, Tb, A moderado textura média em argilosa, substrato migmatito (Cb-1)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pHH2O	A	4,3	6,0	5,34	0,20
	B	4,4	6,0	5,19	0,19
pHkCl	A	3,5	5,4	4,26	0,22
	B	3,5	5,0	4,08	0,17
Δ pH	A	- 2,20	- 0,60	- 1,09	0,15
	B	- 1,70	- 0,70	- 1,11	0,11
C	A	0,40	3,40	2,20	0,28
	B	0,20	1,90	0,79	0,19
Ca ²⁺	A	0,30	8,20	4,04	0,96
	B	0,10	2,50	1,12	0,26
Mg ²⁺	A	0,40	4,60	1,79	0,42
	B	0,10	2,50	1,12	0,77
K ⁺	A	0,07	3,80	0,74	0,38
	B	0,02	1,31	0,26	0,13
Na ⁺	A	0,00	0,10	0,05	0,01
	B	0,00	0,10	0,04	0,01
S	A	0,77	12,64	6,62	1,45
	B	0,52	5,50	2,35	0,54
Al ³⁺	A	0,00	4,50	1,11	0,48
	B	0,00	3,40	1,48	0,39
H ⁺	A	1,30	6,20	4,08	0,49
	B	1,30	6,50	2,54	0,51
T	A	6,97	17,95	11,81	1,10
	B	3,62	11,83	6,37	0,80
V	A	11,05	80,54	50,01	8,58
	B	8,67	69,77	37,30	7,85
arg.	A	17	31	23,44	1,77
	B	16	46	26,33	2,77
silte	A	8	20	15,33	1,28
	B	10	20	15,78	1,28

Cont...

Cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
la.grossa	A	15	49	25,44	3,67
	B	9	35	20,33	2,82
la.total	A	51	73	61,22	2,56
	B	38	70	57,89	3,13
silte/ Argila	A	0,36	1,05	0,67	0,06
	B	0,35	1,25	0,65	0,09
RC.	A	15,12	58,12	33,09	4,55
	B	8,33	22,90	15,44	1,82
CTC/100g argila	A	- 4,00	30,42	9,11	3,91
	B	- 6,85	26,07	10,46	3,18
corrigida p/carbono					
CTC/100g argila s/	A	38,96	74,00	50,90	3,99
	B	12,93	45,50	25,47	3,22
correcao p/carbono					

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$$

$$T = S + Al^{3+} + H^+$$

$$V\% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.3.2. Cambissolo Latossólico Alico , Tb, A moderado,
textura argilosa, substrato migmatito (Cb-2)

É um solo intermediário para Latossolo Amarelo de perfil moderadamente desenvolvido, com 50 a 100 cm de espessura.

A estrutura do horizonte B é prismática e/ou em blocos subangulares, grande, moderada a fraca.

Distingue-se do Latossolo Amarelo por apresentar mais que 4 % de minerais facilmente intemperizáveis principalmente feldspatos e mica.

O resumo dos dados analíticos encontra-se na tabela 12. O número de pontos prospectados foi 03. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 40-60cm de profundidade.

TABELA Nº 12 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Cambissolo Álico Latossólico, Tb, A moderado, textura argilosa, substrato migmatito (Cb-2)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H2O}	A	4,3	4,5	4,43	0,05
	B	4,4	4,9	4,67	0,12
pH _{KCl}	A	---	---	---	---
	B	---	---	---	---
Δ pH	A	---	---	---	---
	B	---	---	---	---
C	A	2,1	2,70	2,40	0,14
	B	0,5	1,80	1,03	0,32
Ca ²⁺	A	0,10	1,90	0,87	0,44
	B	0,00	0,30	0,13	0,07
Mg ²⁺	A	0,10	1,00	0,47	0,22
	B	0,00	0,07	0,07	0,03
K ⁺	A	0,07	0,23	0,14	0,04
	B	0,01	0,01	0,01	0,00
Na ⁺	A	0,04	0,05	0,05	0,00
	B	0,02	0,10	0,05	0,02
S	A	0,37	3,18	1,52	0,69
	B	0,03	0,44	0,26	0,10
Al ³⁺	A	2,90	3,70	3,23	0,20
	B	1,90	3,70	2,63	0,45
H ⁺	A	1,30	6,80	4,47	1,34
	B	1,90	3,50	2,83	0,39
T	A	8,18	10,27	9,22	0,49
	B	4,23	7,11	5,73	0,68
V	A	3,6	38,88	17,81	8,77
	B	0,71	7,53	4,20	1,61
arg.	A	29	49	36	5,31
	B	40	56	47	6,68
silte	A	17	19	17,67	0,54
	B	10	19	13,67	2,23

Cont...

Cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
a.grossa	A	4	23	15,33	4,72
	B	3	21	13,67	4,46
a.total	A	34	54	46,33	5,08
	B	25	50	39,33	6,08
Si/Argila	A	0,35	0,63	0,52	0,07
	B	0,25	0,34	0,29	0,02
RC.	A	11,57	14,04	13,03	0,61
	B	5,18	7,16	6,06	0,48
T _d	A	- 6,27	- 2,59	- 4,78	0,91
	B	- 1,77	5,60	2,74	1,86
T _w	A	16,69	34,23	27,56	4,48
	B	9,40	14,60	12,23	1,24

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$$

$$T = S + Al^{3+} + H^{+}$$

$$V\% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

4.4.3.3. Cambissolo Eutrófico, Tb, A moderado, textura argilosa, substrato dolomito (Cb-3)

E associado à ocorrência pontual de fácies calcárias do migmatito

E um solo pouco desenvolvido associado a Solos Litólicos e Afloramentos de Rochas.

Pode ser considerado como inclusão devido a área restrita. E um solo de perfil raso, com muitos fragmentos de rocha semidecompostos na massa do solo.

Os resultados analíticos encontram-se na tabela

Tabela 13 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos Cb3, da área estudada.

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	GRANULOMETRIA Z					SILTE	pH			pH	Z CARBONO
		ARGILA	SILTE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	AREIA TOTAL	ARGILA	H ₂ O	KCl			
A	0 - 15	20	17	29	34	63	0,85	4,4	3,7	- 0,70	5,4	
B	40 - 60	56	15	10	19	29	0,27	4,3	3,8	- 0,50	0,6	

HORIZONTE	pH		pH	ANÁLISE QUÍMICA											Z	
	H ₂ O KCl			Ca ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	CTC	R.C.	CTC ₁	CTC ₂	V	C
A	6,0	5,1	-0,50	8,3	2,5	0,68	0,09	11,57	0,10	3,40	15,07	58,35	14,60	75,35	77	2,7
B	6,2	4,9	-1,30	0,4	7,1	0,41	0,11	8,02	0,10	2,5	10,62	14,50	14,05	18,96	76	0,5

4.4.4. Outros solos

Neste item são relacionados classes de solos que ocorrem em pequenas áreas como inclusões nas unidades mapeadas. Contudo, sua ocorrência está associada a fatores particulares de certo interesse pedogenético.

4.4.4.1. Solo Podzólico Vermelho Escuro Distrófico, Tb, A moderado, textura argilosa. (PE)

São solos com B textural, caracterizados pela cor vermelho ou vermelho escuro em todo o perfil, com matiz 2,5 YR ou 10 R.

Ao que parece estão associados a fácies biotíticas dos migmatitos ou diques básicos.

O resumo dos dados analíticos encontra-se na tabela 14. O número de pontos prospectados foi 3. O horizonte A foi amostrado em uma camada situada entre 0-20cm de profundidade e o horizonte B foi amostrado em uma camada situada entre 60-80 ou 80-100cm de profundidade.

TABELA N° 14 - Média, mínimo, máximo e erro padrão referentes a resultados de análise de laboratório de amostras coletadas em 2 horizontes de locais da unidade Podzólico Vermelho Escuro Distrófico, Tb, A moderado, textura argilosa (PE)

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
pH _{H₂O}	A	5,20	5,50	5,33	0,07
	B	5,00	4,20	4,10	0,05
pH _{HCl}	A	4,20	4,80	4,43	0,15
	B	4,00	4,20	4,10	0,05
Δ pH	A	- 1,10	- 0,70	- 0,90	0,09
	B	- 1,20	- 0,90	- 1,03	0,07
C	A	2,00	2,30	2,17	0,07
	B	0,30	0,50	0,43	0,05
Ca ²⁺	A	2,30	4,80	3,50	0,59
	B	0,10	1,50	0,67	0,35
Mg ²⁺	A	1,20	1,70	1,53	0,14
	B	0,30	1,70	0,93	0,33
K ⁺	A	0,19	0,46	0,29	0,07
	B	0,02	0,23	0,09	0,10
Na ⁺	A	0,04	0,07	0,06	0,01
	B	0,04	0,07	0,06	0,01
S	A	0,52	6,73	4,04	1,50
	B	0,50	2,39	1,75	0,51
Al ³⁺	A	0,20	0,50	0,37	0,07
	B	0,62	2,10	1,20	0,37
H ⁺	A	3,60	5,00	4,40	0,34
	B	1,80	2,40	2,13	0,14
T	A	9,88	10,53	10,14	0,16
	B	3,60	6,29	5,08	0,64
V	A	45	63,91	52,77	4,67
	B	13,89	44,03	31,97	7,52
argila	A	30	37	34,33	1,78
	B	50	57	54,67	1,91
silte	A	12	15	13,67	0,72
	B	7	14	11	1,70

Cont...

cont.

ATRIBUTO	HORIZONTE	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
a.grossa	A	6	32	19,33	6,13
	B	6	16	11,67	2,42
a.total	A	49	58	52	2,23
	B	29	38	34,33	0,01
silte/ Argila	A	0,38	0,42	0,40	0,01
	B	0,12	0,25	0,20	0,06
RC.	A	3,40	18,73	12,27	3,74
	B	2,80	7,88	5,29	1,20
T/100g argila	A	- 1,31	3,40	1,27	1,12
corrigida	B	4,50	7,09	5,68	0,62
T/100g argila s/ correcao	A	27,44	33,40	29,77	1,50
	B	7,20	11,04	9,21	0,91

$$pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$$

$$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$$

$$T = S + Al^{3+} + H^+$$

$$V \% = 100 (S/T)$$

$$RC = \frac{S + Al^{3+}}{\% \text{ argila}} \cdot 100$$

**4.4.4.2. Gleí Húmico e Pouco Húmico, Alico, Tb,
textura argilosa, campo hidrófilo de várzea. (Ga)**

Ocorre, como o próprio nome diz, nas várzeas saturadas permanentemente pelo lençol freático e estão cobertos por vegetação características de campo hidrófilo.

Como características tem-se que o horizonte A apresenta cores escuras, não muito espesso e que se assenta sobre um horizonte glei de textura argilosa e coloração cinzenta na sua maior parte, podendo ocorrer algum mosqueamento na parte superior.

4.4.4.3. Solos Litólicos + Afloramentos de Rochas

Solos Litólicos e Afloramentos de Rochas ocorrem associados à áreas de relevo íngreme e com muitas dificuldades de acesso para seu exame.

O substrato é migmatito e a textura da camada superficial é função do substrato litológico.

Apesar de não terem sido analisados, infere-se que o horizonte A apresente caráter Alico ou distrófico, por analogia aos solos mapeados na mesma condição fisiográfica no Estado do Paraná. (EMBRAPA-SNLCS, 1984)

Tabela 15 - Resumo de dados analíticos da unidade de solos Ga, da área estudada.

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	GRAMULOMETRIA Z					SILTE		pH		Z	
		ARGILA	SILTE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	AREIA TOTAL	ARGILA	H ₂ O	KCl	pH	CARBONO	
A	0 - 20	42	20	14	24	38	0,48	4,4	3,7	- 0,70	5,4	
Cg	60 - 90	52	18	10	20	30	0,35	4,3	3,8	- 0,50	0,6	

HORIZONTE	meg/100 g TFSA											Z
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	CTC	R.C.	CTC _c	CTC _a	V
A	0,90	0,60	0,21	0,09	1,80	3,50	8,30	13,60	12,62	-25,48	32,38	13
B	0,10	0,20	0,41	0,03	0,27	2,80	1,80	4,87	5,90	4,17	9,37	6

CTC_c = CTC / 100 g argila com correção para carbono

CTC_a = CTC / 100 g argila sem correção para carbono

R.C. = Retenção de cátions / 100 g de argila

Tabela 16- Resumo dos atributos morfológicos dos principais solos da área estudada

UNIDADE DE SOLO	PROFUNDIDADE DO SOLO (cm)	COR ÚMIDA DO HORI- ZONTE DIAGNÓSTICO DE SUB-SUPERFÍCIE	TEXTURA, ESTRUTURA E CONSISTÊNCIA		TIPO DE TRANSIÇÃO ENTRE HORIZONTES	OBSERVAÇÕES
			HORIZONTE A	HORIZONTE B		
LAp	100-150	10YR 6/6 6/8	arg.;igr.;l.d.; f.; l.p.	m.arg.; pa- bsa; med.; f.m.pl., m. pe.	difusa	
PA	100-150	10YR 6/6 2,5Y 7/6	fr.arg.;igr.; d. fr. lapl. apl.; lpo.	arg.; baa; f.; pl e pe	gradual/difusa	cutas de matéria orgânica e argila revestem o topo do horizonte B, com grande contraste
PL	40-50	7,5YR 5/2	ar.;igr.;in.pl.; ñpl.	arg.; bsa pr, lpl e peg	abrupta	horizonte E do tipo albico
Cb-2	50-100	2,5Y 6/8	arg.; gr.; pl. e pe.	arg.; bsa -maç. pl e peg	difusa	
PVa1	75-100	5YR 5/6 7,5YR 6/8	fr.arg.; gr.; l.d.; l.pl e lig. pe	arg. bsa; d., pl. e pe.	clara/gradual	
Cb-1	até 50	7,5YR 4/8	fr.arg.;igr.; l.pl. l. pe	fr. arg.; bsa	clara	Restos de núcleos e fragmentos de rocha estão presentes na massa de solo
PVa-2	100-150	7,5YR 5/8 10 YR 5/8	fr.;gr.; l.d. lpl. e pe	arg.; bsa; d., pl e pe.	gradual	
PV1	200-250	7,5YR 5/6	arg.;igr.;l.d.; pl e pe.	m.arg.; bsa; d. m.pl.; m.pe.	difusa	

LEGENDA:

TEXTURA : arg. = argilosa, m.arg. = muito argilosa, fr. = franco, ar = arenosa

ESTRUTURA : gr = granular, bsa = bloco sub-angular, maç = maciço, pr = prismática

CONSISTÊNCIA: l.d. = ligeiramente duro, d = duro; f = firme; pl = plástico, l.p. = ligeiramente plástico; pe = pegajoso
lpe = ligeiramente pegajoso, m.pl. = muito plástico; m.pe. = muito pegajoso

4.5. Relações solo-paisagem

4.5.1. Aspectos Gerais

Os resultados de análises de rotina de amostras de solos coletadas em 71 pontos ao longo dos diversos compartimentos geomofológicos, permitiram a montagem da tabela 17 que resume os principais atributos das diversas unidades pedológicas identificadas, permitindo a visualização sintética da distribuição dos diferentes atributos: espessura do solum, teor de argila, relação silte/argila, delta pH, CTC/100g de argila com correção para matéria orgânica e saturação por bases (%), todos tomando-se como referência o horizonte B (diagnóstico de subsuperfície). Este é julgado mais conveniente para discussão e avaliação das relações solo-paisagem, pois está menos sujeito à alterações e variações físicas e químicas devidas às ações antrópicas que a superfície está sujeita, além de registrar parâmetros mais significativos em termos de pedogênese.

Tabela 17- Resumo da distribuição dos diversos compartimentos geomorfológicos, tipos de solos e principais atributos do horizonte diagnóstico de sub-superfície em termo de pedogênese (médias seguidas dos respectivos erros padrões da média entre parênteses)

COMPARTIMENTO GEOMORFOLÓGICO	UNIDADE DE SOLO	ESPESSURA DE SOLUN (cm)	TEOR DE ARGILA %	SILTE ARGILA	pH	meq CTC 100 g	Z SATURAÇÃO / BASES
C ₁ - C ₂	LApp	100-150	154 (2,8)	0,32(0,07)	- 0,7 (0,04)	4,9 (0,81)	7,8 (1,24)
	PA	100-150	146 (0,0)	0,28(0,04)	- 0,60(0,04)	5,6 (0,52)	7,6 (1,37)
	PL	40-50	125 (5,0)	0,83(0,20)	- 0,7 (0,08)	—	112,4 (2,46)
	Cb-2	50-100	147 (6,6)	0,29(0,02)	—	2,7 (1,86)	4,20(1,61)
H	PVI	200-250	54,2	0,21(0,08)	- 0,8 (0,05)	7,5 (2,25)	124,3(14,40)
	PV.2	100-150	155,86(1,71)	0,21(0,03)	- 0,9 (0,06)	7,0 (0,74)	118,3 (6,02)
E ₁ - E ₂	Cb-1	até 50	126,3 (2,77)	0,65(0,09)	- 1,1 (0,11)	10,5 (3,18)	137,3 (7,85)
	PVa-1	75-100	44 (5,11)	0,36(0,07)	- 1,2 (0,16)	17,7 (5,80)	131,9 (7,73)
	PE	100-150	154,6 (1,91)	0,20(0,06)	- 1,0 (0,07)	5,7 (0,62)	32 (7,52)

Observa-se que a espessura do solum é variável, sendo que nos compartimentos tidos como mais estáveis (C₁ e C₂) esta tem máxima expressão para as unidades LApp e PA, os quais formam uma topossequência que tem como membro mais inferior na encosta a unidade PL (LApp - PA - PL).

No compartimento encosta do planalto a espessura máxima é de 100 a 150cm associada à ocorrência pontual de PE, solo este particularmente bem desenvolvido nesse compartimento devido à mineralogia rica em ferro o qual provém do material de origem, também rico neste elemento. O compartimento E₁ é a zona de máxima atividade de esculturação do relevo atualmente, e a erosão ativa não permite a ocorrência de perfis bem desenvolvidos, mormente dominando aí afloramentos de rocha e/ou cambissolos.

No compartimento inferior (morros inferiores) é onde dominam regolitos com as maiores espessuras do solum, tanto devido à relativa estabilidade da paisagem como aos processos pedogenéticos agressivos (transformações e perdas) nos metassedimentos que são o seu material de origem.

A granulometria dominante é argilosa, e atribui-se tal fato à transformação em argilas secundárias dos minerais primários das rochas cristalinas, ricas principalmente em feldpatos e mica, submetidos a condições severas de hidrólise.

Figura 14 - Gráfico de barras mostrando os valores médios da relação silte/argila dos solos nos compartimentos geomorfológicos (horizonte E).

Em duas unidades pedológicas, PL e Cb₂, o teor de argila deve ser considerado no contexto da composição granulométrica total, e este exprime condições particulares de gênese. No primeiro caso, PL, há um teor de silte considerável no horizonte B (conforme tabela 10) provavelmente devido ao bloqueio de evolução mineralógica desta fração intermediária e conseqüentemente, do "desmonte" das partículas de argila no topo do horizonte Bt do Planossolo (PL), isto devido ao regime áquico nessa posição do perfil.

No segundo caso (Cb₂), o teor de silte é típico de um solo que se encontra relativamente pouco evoluído, permanecendo com proporções significativas de partículas intermediárias, ainda passíveis de alteração para minerais de argila.

Para melhor se visualizar a distribuição de valores da relação silte/argila como índice de intemperismo e evolução pedogenética (WAMBEKE 1967), elaborou-se a figura 13 a partir da tabela 17.

Nota-se que a distribuição da relação silte/argila nos diversos compartimentos sugere o estágio de pedogênese ou grau de desenvolvimento (maturidade) das unidades de solo e está relacionado à estabilidade do relevo tal como é inferida dos compartimentos geomorfológicos (item 4.3.). A sequência lógica esperada para a tendência dos valores da relação silte/argila seria:

solos localizados em C₁-C₂ < solos localizados em M < solos localizados em E₁-E₂.

Contudo, os valores indicados nos gráficos de barra (Figura 13) são menores para os solos localizados no compartimento morros inferiores, o que aparentemente está em desacordo com a de seqüência de intemperismo proposta. No entanto, há que se considerar que os menores valores desta relação podem ser devidos aos valores mais elevados de argila no horizonte B, os quais muito provavelmente são em boa parte decorrentes de diminuição relativa de silte devido ao aumento de argila ocasionado por processos de iluviação; o que não acontece para os cambissolos e latossolos dos compartimentos superfície de cimeira e encosta do planalto, onde os valores de silte/argila devem refletir melhor o grau de intemperismo, uma vez que a argila é formada "in situ". Uma outra explicação seria devido à menor dispersão na análise granulométrica das argilas. A dominância do latossolo amarelo na superfície de cimeira (C₁-C₂), isto é, solo mais evoluído mineralogicamente da transecção estudada que, implica por sua vez em características peculiares de cimentação própria de solos evoluídos onde domina a associação de caulinita e sesquióxidos de ferro e alumínio. Estes promovem a flocculação das argilas, as quais por isso, podem na análise granulométrica serem parcialmente confundidas com o silte (EL-SWAIFY, 1980 p.311).

Os valores do delta pH também podem ser associados à evolução mineralógica dos solos, pois este reflete o balanço das cargas líquidas do sistema coloidal que, por sua vez, está relacionado à atividade das cargas superficiais dos minerais de argila (PARFITT, 1980). Assim, quanto mais evoluído mineralogicamente for o solo, mais os valores do delta pH se aproximam de zero ou são negativos. A figura 15, ilustra essa tendência uma vez que é clara a tendência dos valores de delta pH dos solos decrescerem dos compartimentos geomorfológicos menos estáveis (encosta do planalto) para os mais estáveis (superfície de cimeira).

A capacidade de troca de cátions da fração argila (descontada a contribuição da fração orgânica) reflete a assembléia de minerais que constitui essa fração (BIRKLAND, 1974). A figura 16 permite relacionar o estágio de evolução mineralógica dos diferentes solos aos compartimentos geomorfológicos em função da hierarquia de estabilidade proposta (item 4.3). Nesse caso, a relação entre os solos mais intemperizados e a maior estabilidade dos compartimentos é direta, indicando que a mineralogia da fração argila é tão mais evoluída quanto mais estável for o compartimento geomorfológico.

Figura 15 - Gráfico de barras mostrando os valores médios do delta pH dos solos nos compartimentos geomorfológicos (horizonte B).

Figura 16 - Gráfico de barras mostrando os valores médios da CTC/100g de argila com correção para carbono (horizonte B) dos solos nos compartimentos geomorfológicos.

Por último, o valor de saturação por bases (V%) pode ser considerado como um índice que reflete a taxa de liberação por intemperismo e eliminação do sistema solo dos cátions básicos cálcio, magnésio, potássio e sódio. Esses elementos, liberados durante o intemperismo, podem ser removidos do sistema na águas de lixiviação, ou reagirem no sistema para formar vários produtos cristalinos e amorfos (BIRKLAND, 1984). No caso em questão, sob condições de drenagem livre, a tendência devido ao excesso de chuvas é a rápida eliminação de elementos alcalinos e alcalinos terrosos (Ca , Mg , K , Na) que compensam as cargas negativas dos colóides minerais e a sua substituição pelo hidrogênio e, posteriormente, pelo alumínio, este último proveniente da rede cristalina octaédrica dos minerais de argila. Nessas condições de clima superúmido a taxa de saturação por bases reflete então a idade relativa, a exposição e as perdas por lixiviação. A figura 17, mostra claramente essa tendência de perda de bases dos diferentes solos em relação aos respectivos compartimentos geomorfológicos.

Figura 17 – Gráfico de barras mostrando os valores médios de saturação por bases nos compartimentos geomorfológicos. Os valores dentro das colunas indicam o erro padrão da média.

4.5.2. Situações particulares na relação solo-paisagem da transecção estudada

Além das relações gerais solo-paisagem ao longo dos compartimentos situados na transecção estudada, (figura 12), algumas constatações localizadas e efetuadas em escala maior de detalhe merecem destaque por serem fruto de fatores e/ou processos mais particulares da gênese do solo.

4.5.2.1. Topossequências no sub-compartimento geomorfológicos C₁ e C₂ (Superfície de Cimeira)

O subcompartimento C₁, situado no compartimento superfície de cimeira, é caracterizado pela ocorrência na sua área mais central, de pequenas amplitudes topográficas (30 a 50m) e colinas com sopés convexos e relativamente suavizados, limitrofes a planícies aluviais. Nessa situação ocorre uma topossequência de solos com Latossolo Amarelo e solos com B textural. (figura 18)

LApp- LATOSSOLO AMARELO ÁLICO, POUCO PROFUNDO, A, MODERADO, TEXT. ARGILOSA.

PA- PODZÓLICO AMARELO ÁLICO, Tb, A, MODERADO TEXTURA MÉDIA ARGILOSA, "EPIÁQUICO".

PL- PLANOSSOLO ÁLICO, Tb, A, MODERADO TEXTURA ARENOSA/MÉDIA OU ARGILOSA.

Cb-2- CAMBISSOLO ÁLICO LATOSSÓLICO, Tb, A, MODERADO TEXTURA ARGILOSA, SUBST. MIGMATITO.

LEGENDA DA MORFOLOGIA DO SOLO

ESTRUTURA GRANULAR (HORIZ. A)		ESTRUTURA PRISMÁTICA COM SINAIS DE HIDROMORFISMO.
ESTRUTURA DE "ASPECTO MACIÇO POROSO"		MATERIAL SEMI-DECOMPOSTO
ESTRUTURA COMPOSTA DE PRISMAS E BLOCOS SUB-ANGULARES		HORIZONTE COM PREDOMÍNIO DE HIDROMORFISMO
ESTRUTURA MACIÇA COM ASPECTO DE FRAGIPAN		LINHA DE PEDRAS

Figura 18 - Corte longitudinal mostrando as relações de sub-compartimentos na superfície de cimeira e a distribuição dos tipos de solos.

A ocorrência de Latossolo Amarelo pouco profundo (LApp) no topo e terço superior da vertente é coerente com as premissas de WAMBEKE et alii (1983), BUOL et alii (1981) e LEPSCH & BUOL (1988). Ocupa a posição mais estável e mais favorável a alteração e pedogênese, com a eliminação de bases e sílica em solução. Abaixo do LApp a vertente possui um Podzólico Amarelo textura média/argilosa "epiáquico", (PA) isto é, com mosqueamento (característico de regime de saturação com água ou hidromorfismo) na zona de transição entre os horizontes A e B.

Nesta topossequência, ocupando o terço inferior da vertente na posição mais plana de sopé, aparece o planossolo (PL), com um horizonte eluvial de perda máxima (E) muito bem definido, inclusive com algumas características de fragipan.

Topossequências com Planossolo nessa situação de sopé de encosta, associado a Podzólico com regime "epiáquico", não tem sido registrada no Estado de São Paulo.

A gênese desses solos (PA e PL) deve estar ligada aos processos de infiltração e movimentação lateral de grandes quantidades de água (GERRARD, 1981; MONIZ & BUOL, 1982 e HALL, 1983), segundo o conceito de catena de MILNE (1935) e DALRYMPLE et alii (1968). No topo predomina a infiltração por fluxo vertical mas, à medida que se caminha vertente abaixo, o fluxo lateral de sub-superfície ganha

importância como fator de gênese do solo, conforme já ressaltado por MONIZ e BUOL (1982). A descontinuidade da condutividade hidráulica entre os horizontes A e B, um regime de alta precipitação com excedente hídrico de 1.043mm e uma intensa atividade microbiana devido aos teores relativamente elevados de matéria orgânica do solo (figura 7) ocasionam saturação com água pobre em oxigênio o que provoca redução de ferro ou hidromorfismo crescente, principalmente a partir da posição de meia encosta até o sopé onde se situa o Planossolo (PL).

O processo denominado ferrólise por BRINKAMN (1970), provavelmente se instala, resultando na remoção de cátions do meio por substituição pelo ferro em forma reduzida (Fe^{2+}), durante eventuais períodos mais secos do ano, com conseqüente acidificação e aluminização decorrente da destruição das argilas, culminando com a máxima expressão desse processo no horizonte E do Planossolo cujas características "frágicas" refletem a influência da água que recebe de montante.

As descrições e análises dos perfis de PA e PL, (apêndice 2), dão maiores detalhes, parte dos quais foram ilustrados nas figuras 19 e 20.

Figura 19 - Composição granulométrica, relação areia fina/areia grossa e $TiO_2\%$ ao longo dos perfis de solo da topossequência no sub-compartimento C₁ da superfície de cimeira (LApp, PA, PL)

Figura 20 - Composição da CTC (pH 7), distribuição da CTC/100g de argila com correção para carbono e delta pH ao longo dos perfis de solo da topossequência no sub-compartimento C₁ da superfície de cimeira (LApp, PA, PL)

A primeira apresenta os dados de granulometria dos perfis da topossequência e sua relação com parâmetros que possam ser considerados como índices de homogeneidade do material de origem; relação areia fina/areia grossa e teor de óxido de titânio. Nota-se no caso do perfil de LApp uma descontinuidade a partir de 150cm de profundidade, atestada pela morfologia, e expressa nos gráficos pelas quebras das linhas referentes a relação areia fina/areia grossa e óxido de titânio ($T_1 O_2$). Estas descontinuidades em profundidade são evidências que o solo se desenvolveu sobre um depósito superficial, possivelmente originado de retrabalhamento de materiais previamente alterados e submetidos a movimentos de massa relativos aos últimos eventos morfoclimáticos do Pleistoceno (BIGARELLA & MOUSINHO, 1965).

A figura 20 mostra a distribuição da CTC a pH 7 relacionada a CTC/100g de argila, carbono orgânico e o delta pH. Verifica-se que toda a topossequência apresenta CTC da fração argila é muito baixa quando descontada a contribuição da matéria orgânica. Em especial os horizontes do LApp até 150m de profundidade, apresentam os menores valores de CTC/100g de argila, e o delta pH mais próximo de zero, o que revela a dominância de óxidos de Al e Fe no sistema coloidal (GUILLMAN & BELL, 1976). De fato, alguns difratogramas da fração argila do LApp

(apêndice 3) revelam a presença de gibbsita associada à caulinita. Na fração areia, a mineralogia é composta de quartzo, concreções ferruginosas e ilmenita, atestando o avançado estágio de intemperismo desse solo (Apêndice 2).

Para a topossequência identificada no sub-compartimento C₂, onde as amplitudes topográficas são maiores e há ausência de planícies aluviais, a ocorrência de cambissolo de caráter latossólico (Cb-2) pode encontrar apoio nos estudos anteriores de RODRIGUES & SILVA (1985): *"Os cambissolos constituem perfis relativamente espessos para solos dessa classe, sem reserva de minerais primários alteráveis mas que apresentam uma quantidade importante de vermiculita - Al na fração argila e, por vezes, de 2 a 9% de muscovita. A característica câmbica atribuída a estes solos prende-se a morfologia...."* . Fragmentos de rocha semi-alterada ainda são presentes na massa do solo. Estas afirmações podem ser interpretadas como um indício que tais cambissolos originaram-se, pelo menos parcialmente, de regolito correspondente a superfícies muito antigas ou seja, retrabalhamento de material altamente pré-intemperizado mesmo antes de sua deposição na posição atual.

O cambissolo latossólico (Cb-2) distribui-se nos terços médios e inferiores das vertentes, em posição mais recente do que aquela do LApp à montante, compatível portanto com a expectativa e premissas quanto a superfície

mais recente, com conseqüentes implicações esperadas para a pedogênese.

4.5.2.2. Solo Podzólico Vermelho Escuro (PE) no sub-compartimento E2 (Encosta do Planalto)

O subcompartimento E2 faz parte da região de erosão geológica mais ativa e atual da transecção estudada. Esta região caracteriza-se pelo intenso ravinamento e amplitudes altimétricas de 100 a 200m. Nesta situação, pontualmente ocorrem solos mais vermelhos que se sobressaem no contexto regional. Pode-se atribuir tais inclusões à influência direta do material de origem, relativamente mais rico em ferro. No caso, este material deve corresponder a "fácies" biotítica dos migmatitos que formam o substrato litológico (item 3.1.2.1.). Nessas rochas o intemperismo é relativamente acelerado e o resultado são solos muito evoluídos para a posição que ocupam na paisagem. A causa seria a rápida alteração da biotita em ambiente quente e chuvoso.

Segundo MONIZ (1975), a biotita se altera rapidamente em função de: a) presença de ferro ferroso, que se oxida facilmente em ferro férrico, o que destrói a

neutralidade elétrica da estrutura; b) a presença de magnésio, que expõe a camada de octaedros a um maior ataque por parte das soluções ácidas, do que ocorre com a muscovita.

A consequência da composição original da rocha, grau de alteração e pedogênese pode ser apreciada quando se comparam atributos desse solo na tabela 17 onde nota-se que esta unidade destoa em muito dos valores médios dos demais solos situados no respectivo compartimento.

4.5.2.3. Solo Podzólicos Vermelho Amarelo na Encosta do Planalto e nos Morros Inferiores

As figuras 21 e 22, foram construídas a partir de dados da análise completa dos perfis de solo correspondentes às unidades PVa-1 e PVL (apêndice 2), os quais desenvolvem-se em condições de estabilidade relativamente favorável à pedogênese, em relação à morfogênese (TRICART, 1968).

Figura 21 - Composição granulométrica, relação areia fina/areia grossa e $TiO_2\%$ ao longo dos perfis de solo situados na encosta do planalto (PVa1) e morros inferiores (PVI).

Figura 22 - Composição da CTC (pH 7), distribuição da CTC/100g de argila com correção para carbono, carbono orgânico e delta pH ao longo dos perfis de solo situados na encosta do planalto (PvA1) e morros inferiores (PvI).

Ao se observar os dados dos perfis quanto a distribuição em profundidade das areias e dos óxidos de titânio (figura 21), observa-se uma menor uniformidade desses atributos no caso do PVA-1 desenvolvido no sub-compartimento E2 (item 4.3) do que para o solo PV1 desenvolvido no compartimento Morros Inferiores. Isto indica que, neste último, a homogeneidade do material do solum parece ser maior em função da relação areia fina/areia grossa, praticamente constante em todo o perfil.

Inferese então que o solo PVA-1 englobe várias camadas de material retrabalhado recebido de montante, na forma de colúvio devido a processo agressivo de denudação da paisagem, característico das encostas de bordos de planalto tal como é o sub-compartimento E2.

Já para o solo Podzólico Vermelho Amarelo latossólico(PV1) , situado nos morros inferiores, as condições de pedogênese seriam mais favoráveis em função da maior estabilidade geomorfológica.

Os dados da relação areia fina/areia grossa indicam maior homogeneidade do material do perfil além da pequena variação de teor do óxido de titânio (Figura 21), tido como pouco móvel e por isso usado como índice de referência de mobilidade de elementos no processo de intemperismo (BIRKLAND, 1974).

Outros perfis de solo da unidade PV1, situados próximos da área estudada, foram descritos por TIE-BI-

YOUAN et alii (1983), que os relacionaram também à alteração direta de migmatitos.

Outras características que chamam atenção são os avançados estádios de alteração que os solos parecem estar submetidos, se levar-se em conta os seus valores de CTC/100g de argila (Figura 22). Esses dados indicam atividade menor dessa fração para os solos localizados no compartimento E₂ que para os situados no compartimento E₁. Isto sugere que ocorre um empobrecimento acelerado de sílica e cátions básicos, logo no início do processo de intemperismo, favorecendo a formação de gibbsita (ROTTA et alii, 1975).

4.5.3. Cor do solo e compartimentação geomorfológica

As cores do horizonte diagnóstico de sub-superfície expressam as condições do pedoambiente, tanto em termos hídricos como térmicos. Mesmo em baixas concentrações no solo, óxidos de ferro, especialmente a hematita, têm um grande poder de pigmentação e determinam a cor vermelha dos solos. Como a cor é determinada pelo tipo e distribuição dos óxidos de ferro dentro do perfil, esta auxilia na compreensão da gênese do solo e é um critério

importante na nomenclatura e classificação dos solos (SCHWERTMANN & TAYLOR, 1977).

Na área em estudo, os dados da tabela 18, que as cores mais amarelas dos solos (matizes 10YR e 2,5Y) estão concentradas no compartimento geomorfológico superfície de cimeira, enquanto que as cores vermelho- amareladas e amarelo- avermelhadas (matizes 5YR a 7,5YR) estão distribuídas nos compartimentos topograficamente inferiores. Tal fato pode ser associado ao regime climático da região.

Apesar do regime hídrico do solo ser considerado perúdic para toda a transecção estudada (item 3.1.5.3.) deve-se considerar que nas cotas mais altas a temperatura média anual é menor que na encosta do planalto e morros inferiores (Apêndice 1), o índice atual de precipitação média anual é o maior, e que os solos devem estar há mais tempo sob estas condições do que nos compartimentos inferiores (figura 7). Estas condições ambientais refletem-se então na cor do solo devido ao tipo de óxido de ferro dominante. Segundo SCHEWERTMANN (1985), o par goetita-hematita é a associação dominante de óxidos de ferro em climas quentes. A proporção de goetita para hematita é governada por vários fatores entre os quais a temperatura do solo, atividade da água do solo, matéria orgânica, pH e Al são os mais importantes.

Tabela 18 - Distribuição dos tipos de solos em relação aos compartimentos e sub-compartimentos geomorfológicos e cores dominantes no horizonte diagnóstico de sub-superfície.

COMPARTIMENTAÇÃO		SUBSTRATO ROCHOSO	TIPOS DE SOLO IDENTIFICADOS	MATRIZ DOMINANTE NO HORIZONTE DIAGNÓSTICO DE SUB-SUPERFÍCIE
Superfície de Cineira	C ₁	Migmatitos Heterogeneos	LApp - PA - PL - Hi	10 YR - 2,5 Y
	C ₂		LApp - Cb2	
Encosta do Planalto	E ₁		Li + AR + (Cb1)	5 YR - 7,5 YR
	E ₂		Cb1 - PVa1	
Morros Inferiores		Xisto-Filito	PVa 2 p PVI	10 YR - 7,5 YR 7,5 YR

Acredita-se que a goetita forma-se diretamente a partir de alguma fonte de ferro via solução, enquanto que a hematita forma-se a partir do ferrihydrita por um processo de desidratação e rearranjo atômico. Estes dois modelos são considerados competitivos, e os fatores ambientais governam a taxa, de qual das duas reações têm curso, definindo as proporções goetita-hematita a serem formadas.

A hematita forma-se normalmente em ambientes mais secos e tem maior efeito de pigmentação do que a goetita, tanto que mesmo em pequenas concentrações em solos goetíticos provocam mudanças para matizes mais vermelhos que 5YR(SCHWERTMANN & TAYLOR, 1977).

Do exposto acima, verifica-se que os solos da superfície de cimeira refletem diretamente as condições de excesso de água com matizes amarelos enquanto que nos compartimentos inferiores há chance de desidratação e recristalização parcial dos óxidos de ferro na forma de hematita, devido às maiores frequências de eventuais períodos secos, o que pode explicar a tendência da diferenciação da cor do solo entre os diversos compartimentos geomorfológicos.

5. CONCLUSÕES

1. Existe uma relação direta entre as características dos solos e sua distribuição nos diversos setores geomorfológicos da paisagem, uma vez que parâmetros simples relativos a morfologia dos perfis (profundidade do solum) e a análises de laboratório (relação silte/argila, delta pH, CTC por 100g de argila e saturação por bases), que refletem a maturidade pedogenética, estão logicamente relacionados com a proposta seqüência dos compartimentos e sub-compartimentos geomorfológicos identificados na transecção estudada os quais refletem principalmente variações de idade e/ou estabilidade das superfícies de erosão.

2. Os grandes setores do relevo são diferentemente afetados pela erosão geológica, o que faz variar o tempo de exposição à ação do clima dos materiais de origem resultando de uma maneira mais geral em conjuntos de solos de tendência ou características mais semelhantes dentro dos

compartimentos e/ou sub-compartimentos geomorfológicos do que entre os mesmos.

3. Os solos litólicos e os com horizonte B incipiente, considerados como os menos intemperizados, dominam no subcompartimento encosta do planalto, onde o balanço morfogênese/pedogênese é favorável a primeira. Por sua vez os latossolos, os mais intemperizados, ocorrem em superfícies de erosão mais antigas mesmo apresentando-se dissecadas ou reafeiçoadas nos ciclos de erosão mais recentes, desde que a erosão seja de baixa intensidade de tal forma que restos do solum da antiga superfície original permaneçam no local, ainda que retrabalhados e parcialmente misturados com o saprolito subjacente.

4. Além desses aspectos gerais há que se considerar que fatores mais localizados relacionados com variações do material de origem e relevo também condicionaram de um modo particular e mais localizado as ocorrências de diferentes tipos de solos.

5. As variações de materiais de origem se fazem sentir nos compartimentos menos estáveis em consequência do menor tempo de formação do solo ao passo que as variações localizadas de relevo ocorrem mais nos mais estáveis onde

determinados fluxos laterais superficiais de água atuam mais frequente e longamente.

6. O clima atual como fator de formação do solo se sobrepõe às relações solo-paisagem pelas implicações decorrentes do excedente hídrico em todos os meses do ano. Alia-se a isso as temperaturas relativamente elevadas na região que propiciam uma intensa e acelerada pedogênese que reflete-se na ocorrência de argilas de baixa atividade em todas unidades de solos identificadas.

7. Em síntese, a maior parte dos atributos pedológicos da área puderam ser logicamente relacionados com as características geomorfológicas das respectivas áreas em que ocorrem o que auxilia na interpretação da pedogênese local bem como permite certa previsão e inferência de limites de unidades de solo na paisagem diminuindo a prospecção e amostragem útil especialmente para trabalhos de levantamento de solos de escala menos detalhada onde o acesso do terreno é difícil.

BIBLIOGRAFIA

Ab'SABER, A. N. Contribuição ao estudo do litoral paulista. R. bras. Geogr., São Paulo, 17 (1):3-48, 1955.

Ab'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. Rev. bras. Geogr., Rio de Janeiro, 17 (1) jan/mar., 1944

Ab'SABER, A. N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea no planalto brasileiro. Bol. paulista de Geogr., (1), 1949.

Ab'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: FERRI, M. G. coord. IIIo Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo, Ed. Edgar BlUcher Ltda, pp. 1-14.1971.

BERG, M. van den; LEPSCH, I. F. & SAKAI, E. Solos de planícies aluviais do vale do rio Ribeira de

Iguape, São Paulo: I. Padrões de distribuição.
Rev. bras. Ci. Solo, Campinas, 11 (3), pp. 305-
313. 1987.a.

BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R. Significado
paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos
rudáceos. Un. do Paraná. Bol. Paranaense de
Geogr., Curitiba, vol 16-17, pp. 7-16, 1965 a).

BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. Contribuição ao
estudo da Formação Pariquera-Açú, Estado de São
Paulo. Bol. Paran. Geogr., Curitiba (16/17):17-
41, 1965 b).

BIGARELLA, J. J. ; MOUSINHO, M. R. ; SILVA, J. X.
Considerações a respeito da evolução das
vertentes. Bol. Paran. Geogr., Curitiba, vol
16-17. pp. 85-116, 1965. c).

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. & SILVA, J. X.
Pediplanos, pedimentos e seus depósitos
correlativos no Brasil. Curitiba . Bol. Paran.
de Geogr., vol. 16-17, pp. 117-151, 1965 d).

BIRKELAND, P. W. Soil and Geomorphology. Oxford
University Press, New York, EUA, 1984. 285p.

BRINKMAN, R. Ferrolysis, a hidromorphic soil forming process. *Geoderma*, Amsterdam, 3, p. 199-206. 1969/70.

BOER, M. W. H. de. Landforms and soil in Eastern Surinam. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 168p. 1972.

BRASIL, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 350 p., 1960, (Bol. 12).

BUOL, S. W. ; HOLE, F. D. & MCCracken, R. J. Soil Genesis and Classification. Iowa, Iowa State Univ. Press, 1981. 360 p.

BUNTING, B. T. The geography of soil. Hutchinson, London, 1965.

BUTLER, B. E. Periodic phenomena in landscapes as a basis for soil studies. Soil Publ. no 14. CSIRO Canberra, Austrália, 1959, 21p.

CAMARGO, J. C. G.; PINTO, S. A. F & TROPMAIR, H.
 Estudo litogeográfico e ecológico da Bacia
 Hidrográfica Paulista do Rio da Ribeira. USP.
 Biogeografia. 5, 33p. 1972.

CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; & KAUFFMAN, J. H.
 Classificação de solos utilizada em levantamentos
 pedológicos no Brasil. Bol. Inf. Soc. bras. Ci.
 Solo, Campinas, 12: 11-33. 1987.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A. & VALDARES,
 J. M. A. S. Métodos de análise química,
 mineralógica e física de solos usadas no
 Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo.
 Campinas, Instituto Agronomico. 94p. 1986. (Bol.
 Tec.)

CARMO, D. N.; CURI, N. & RESENDE, M. Caracterização e
 gênese de latossolo da região do Alto Paranaíba
 (MG). R. bras. Ci Solo, Campinas, 8: 235-240,
 1984.

COUTINHO, J. M. V. O falhamento de Cubatão. Anais
 do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, Bol.
 Especial nº1, São Paulo, pp.130-131, 1971.

CURI, N. & FRANZMEIER, D. P. A toposequence of Oxisols from the Central Plateau of Brasil. Soil Sci. Soc. Am. J. , Madison, 48: 341-346. 1984.

DALRYMPLE, J.B.: BLONG, R.J. & CONACHER, A.J. A hypothetical nine unit land surface model. Zeitschrift für Geomorphologie. 12(1):60-76, 1968.

DANIELS, R. B.; GAMBLE E. J. & CONACHER, A. J. A. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Adv. Agronomy, 23: 51-87, 1971.

DEMATTE, J. L. I. & HOLLOWAYCHUK, N. Solos da região de São Pedro , Estado de São Paulo. I. Propriedades granulométricas e químicas. Rev. bras. Ci. Solo. Campinas, 1 (2-3), pp. 92-93, mai/dez, 1977.

EL-SWAIFY, S. A. Physical and Mechanical Propertiers of Oxisols. In: Soil With Variable Charge. Ed. Theng, B. K. G. Palmerston North, New Zeland Society if Soil Science, 1980. 448p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço nacional de Levantamento e Conservação de solos. Definição e notação de horizontes e camadas do solo. 2ª ed., Rio de Janeiro, SNLCS, 1988. 54p (Série Documento 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, 1984. Tomo I e II. Mapa esc. 1:500.000.

ESPINDOLA, C. R. Relações entre solos e elementos da paisagem na zona do baixo Rio do Peixe. (Região Conchas-Anhembi, SP). Piracicaba, 1977 113p. (Mestrado-ESALQ/USP).

ESPINDOLA, C. R. Pedogênese em áreas basálticas de reverso de cuevas no médio curso do Rio Tiête. Botucatu, 1979. 212 p. (Tese de Livre Docência - Faculdade de Ciências Agrônomicas/ Campus Botucatu)

E.U.A. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and

interpreting soil surveys. Agric. Handb. no 436, v.5. Washington, 1975.

GERRARD, A. J. **Soils and landforms**. An integration of Geomorphology and Pedology. London, George Allen & Unwin, 1981, 219p.

GILLMAN, G. P. & BELL, L.C. Surface charge characteristics of six weathered soils from tropical north Queensland. **Aust. J. Soil Res.** 14: 351-60, 1976.

GROHMANN, F. & RAIJ, B. Van. Influência do método de agitação na dispersão de argila do solo. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 14, Anais, 1973, Santa Maria, 1973.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 5ª ed., Rio de Janeiro, IBGE, 1978. 448p.

HALL, F. G. Pedology and Geomorphology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E. e HALL, F. G. **Pedogenesis and Soil Taxonomy**. I Concepts and interactions, Elsevier, Sci. Pub., Amsterdam-Oxford-New York, 1983, cap 5, p. 117-140.

HASUI, Y. & ALMEIDA, M. A. Aspectos Estruturais na geomorfologia da área cristalina de São Paulo e Paraná. In *Anais do XXXo Congresso Brasileiro de Geologia*. vol 1. pp. 360-367, 1978.

IAC. Macrozoneamento das terras da região do Rio Ribeira de Iguape. São Paulo, LEPSCH, I. F. (Coord). Bol. Cient. nº 15. Campinas, S.Paulo, 1990.

JAN, A. Importance of soil for the evolution of slopes in Poland. *Czasopismo Geograficzne*, 25, pp. 38-64, 1954.

JENNY, H. Factors of soil formation. A system of quantitative pedology. New York, Mac Graw-Hill, 1941.

JENNY, H. Derivation of state factor equations of soils and ecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25: 385-388, 1961.

KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 18:(2)147-265.

LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W. e DANIELS, R. B. Soil-landscape relations in the Occidental Plateau of São Paulo, Brazil: I. Geomorphic Surfaces and soil mapping units. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, **41**, 104-109, 1977.

LEPSCH, I.F.: SAKAI, E.; PRADO, H. do; RIZZO, T.B. - Levantamento de reconhecimento com detalhes da região do Rio Ribeira de Iguape, no Estado de São Paulo; mapa preliminar. Campinas, Instituto Agrônômico, 1988. Escala 1:250.000 (cópia heliográfica não publicada).

LEPSCH, I. F. & BUOL, S. W. Oxisol-landscape relationships in Brasil. In *Eighth Internacional Soil Classification Workshop. Classification, Characterization and Utilization of Oxisols, Proceedings. Brasil, 1989*, ed. BEINROTH, F. H.; CAMARGO, M. N. & ESWARAN, H. 1988, Part I: papers, pp. 174-189.

MARTONNE, E. De. Problèmes morphologiques du Brèsil tropical atlantique. *Annales de Géographie*, an. 49, nos 277 e 278-279. Paris. 1940.

MILNE, G. Composite units for the mapping of complex soil associations. *Soil Sci.* 1, p. 345 - 347 (Trans. 3rd. Int. Congr.) 1935.

MILNE, G. Normal relief as a factor in soil profile development. *Nature*. London, 138, p. 548 - 549, 1936.

MINISTERIO DO EXERCITO. Diretoria do Serviço Geográfico. Folha Eldorado Paulista (56.22-X-B-VI), (escala 1:100.000) Região Sul do Brasil. 1970.

MONIZ, A. C. Decomposição de rochas e formação de minerais de argila. In: *Elementos de Pedologia*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., R. Janeiro, 1975, p. 309.

MONIZ, A. C. & BUOL, S. W. Formation of an oxisol-ultisol transition in São Paulo, Brasil: I. Double-water flow model of soil development. *Soil Sci. Soc. Am J.*, Madison, 46: 1228-1233. 1982.

MONIZ, A. C.; BUOL, S. W. & WEED, S. B. Formation of an oxisol-ultisol transition in São Paulo,

Brasil: II. Lateral dynamics of weathering. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:1234-1239, 1982.

MORGENTAL, A.; BATOLLA Jr., P.; PAIVA, I. P.; DRUMOND, J. B. C.; PINTO, G. G.; RODRIGUES, J. C.; LEITE, J. de S. & MORAES, A. M. V. de. **Mapa Geológico Integrado**. Projeto Sudelpa. São Paulo. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, 1974. (escala 1:250.000).

MORGENTAL, A.; BATOLLA Jr., P.; PINTO, G. G.; PAIVA, I.R. & DRUMOND, J. B. C. **Relatório Final Geologia**. Projeto Sudelpa. São Paulo. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. vol 1, 1975, p. 707.

MULCAHY, M. J.; CHURCHWARD, H. M. & DIMMOCK, G. M. Landforms and soil on an uplifted peneplain in the Darling range, Western Australia. *Aust. J. Soil Res.* 10, 1-14, 1972.

OLIVEIRA, J. B.; MENK, J. R. F.; BARBIERI, J. L.; ROTA, C. L.; TREMOCOLDI, W. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadricula de Araras**. Campinas, Instituto Agrônomo. 1982. 180p (Bol. Tec. nº 71).

PARFITT, R. L. Chemical Properties of Variable Charge Soils. In: Soils With Variable Charge. Ed. Theng, B. K. G. Palmerston North, New Zealand Society of Soil Science, 1980.

PENTEADO, M. M. Fundamentos de Geomorfologia, 2ª ed., Rio de Janeiro, IBGE. 1980, 180p.

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J. L. & LEPSCH, I. F. Relações solo-paisagem em várzea do rio Mogi-Guaçu. S. Paulo, Rev. bras. Ci. Solo. Campinas, 4. 3:18-187. 1980.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C.; DALRE, C.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M. & PRANDINI, L. P. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. (escala 1:~~500.000~~^{1:100.000}), Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo. Série Monografias no 5, vol 1., 1981. 94 p.

QUEIROZ NETO, J. P. de. Pedogênese no Planalto Atlântico: contribuição à interpretação paleogeográfica dos solos da Mantiqueira Norte Ocidental. São Paulo, (Tese de Livre Docência -

Departamento de Geografia, FFCH-USP), 1975. 270 p.

QUEIROZ, S. B. & KLAMT, E. Mineralogia e gênese de brunizem avermelhado e terra roxa estruturada similar na encosta inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul. *Rev. bras. Ci. solo.* Campinas, 9 (1), 51-57, jan/abr., 1985.

RAMALHO, R. Mapa Geomorfológico, In: Projeto Sudelpa. Relatório Final Geomorfologia. (escala 1:50.000), São Paulo, CPRM, 1974. (folhas Serra do Aleixo, Barra do Azeite, Eldorado, Iporanga, Pariqueraçu, Ilha de Cananéia, Gruta do Diabo).

RAMALHO, R. & HAUSEN, J. E. P. Relatório Final Geomorfologia. In Projeto Sudelpa. São Paulo, Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais, 1975. 106p.

RODRIGUES e SILVA, F.B. Cambissolos da província estrutural da Mantiqueira e suas relações com os latossolos: alteração e pedogênese. São Paulo, 1985, 261 p. USP/Inst. de Geociências (Tese de Doutorado)

RODRIGUES, T. E. & KLAMT, E. Mineralogia e genese de uma seqüência de solos do Distrito Federal. Rev. bras. Ci. Solo, Campinas, 2: 132-139, mai/ago. 1978.

ROTTA, C. L.; MONIZ, A. C. & LEPSCH, I. F. Mineralogia de uma topossequência de solos derivados de rochas ácidas do município de Atibaia, S. Paulo, In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas, 1975. p. 481-488.

RUHE, R. V. Geomorphic surfaces and the nature of soil. Soil Sci. Madison, Wisc., 4, p. 165-170, 1956.

RUHE, R. V. & WALTER, P. H. Hillslope models and soil formation. I. Open Systems In: International Congress of Soil Science, 9. Transactions. Adelaide, p. 551-560, 1968.

SANS, L. M. A.; DEMATTE, J. L. I & CARVALHO, A. Características físicas, químicas e mineralógicas de tres solos em uma catena sob cerrado e sobre calcáreo em Sete Lagoas, MG. Rev. bras. Ci solo. Campinas, 3 (1): p.54-61, jan-abr., 1979

SCWERTMANN, U. Occurrence and formation of iron oxides in various pedo environments. In: A Nato Advanced Study Institute on Iron in soils and clay Minerals. Bad Winsheim Germany, p. 758-812, 1985.

SCWERTMANN, U. & TAYLOR, R. M. Iron Oxides. In: Minerals in soil environments. Edit. Dixon e outros. Soil Sci. Soc. of America, Madison, Wisconsin, EUA., p. 145-180, 1977.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO. Manual de Métodos de Trabalho de Campo. 2ª aproximação. Rio de Janeiro, 1984, 33p.

SOUZA, & DEMATTE, J. L. I. Características de uma topossequência na região de Iracemápolis, São Paulo. In: Anais da ESALQ, Piracicaba, XLIII (2), p. 565-588, 1986.

THORNTWAITE, C.W. & MATTER, J.P. The water balance. Ceteron NS, Laboratory of Climatology, 1955, 104 p.

- TIE-BI-YOUAN, M.; SAKAI, E.; LEPSCH, I. F. & CHAUVEL, A. Caracterização e classificação de solos na formação Pariquera-açu (SP). *Rev. bras. Ci Solo*, Campinas, 7: 183-190, 1983.
- TILER, E. J.; BUOL, S. W. & SANCHES, P. A. Genetic association of properties of soil of an área in the upper Amazon Basin of Peru. *Soil Sci. Soc. Am. J., Proc.*, Madison. 42, p. 771-776, 1978.
- TRICART, J. As relações entre a morfogênese a pedogênese. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 8 (15), p. 5-18, 1968.
- UBERTI, A. A. & KLAMT, E. Relações solo-superfícies geomórficas na Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul. *Rev. bras. Ci. Solo*. Campinas, 8: 229-234, 1984.
- VIDAL TORRADO, P. Relações solo e relevo em Mococa (SP). Influências das características topográficas e posição na vertente nos atributos do solo. Piracicaba, 1989. 205p. (Tese de Mestrado ESALQ/USP).

WAMBEKE, A. Van; ESWARAN, H.; HESBILLO, A. J. &
COMERMA, J. Oxisols. In: *Pedogenesis and Soil
Taxonomy*, II. The Soil Orders. Elsevier,
Amsterdam, 1983.

APENDICE 1

BAL.HIDRICO SEG. THORNTH. 1955 125 MM LOCAL: BARRA DO TURVO F5-34

-SP

LATITUDE 24 G 51 M LONGITUDE 48 G 21 M

ALTITUDE 1000 M

FONTE E PERÍODO : PREC.DAEE

TEMP.EQ V.DO RIB.

MESES	TEMP	EP	P	P-EP	ARM	ER	ALT	DEF	EXC
	GR C	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM
JAN	20.0	96	288	192	125	96	0	0	192
FEV	20.5	87	202	115	125	87	0	0	115
MAR	19.5	83	234	151	125	83	0	0	151
ABR	17.7	64	109	45	125	64	0	0	45
MAI	15.3	48	104	56	125	48	0	0	56
JUN	13.7	38	100	62	125	38	0	0	62
JUL	13.4	38	80	42	125	38	0	0	42
AGO	14.8	48	88	40	125	48	0	0	40
SET	15.7	54	115	61	125	54	0	0	61
OUT	17.4	71	150	79	125	71	0	0	79
NOV	18.5	80	155	75	125	80	0	0	75
DEZ	19.3	91	216	125	125	91	0	0	125
ANO	17.2	798	1841	1043		798	0	0	1043

INDICE HÍDRICO = 130.7 CLIMA HIPERÚMIDO

BAL.HIDRICO SEG. THORNTH. 1955 125 MM LOCAL: JACUPIRANGA F5-14-SP

LATITUDE 24 G 48 M LONGITUDE 48 G 10 M

ALTITUDE 70 M

FONTE E PERÍODO : PREC.DAEE

TEMP.EQ V. DO RIB.

MESES	TEMP	EP	P	P-EP	ARM	ER	ALT	DEF	EXC
	GR C	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM
JAN	24.7	135	238	103	125	135	0	0	103
FEV	24.8	117	213	96	125	117	0	0	96
MAR	24.1	114	211	97	125	114	0	0	97
ABR	21.8	82	95	13	125	82	0	0	13
MAI	19.7	63	72	9	125	63	0	0	9
JUN	18.1	49	78	29	125	49	0	0	29
JUL	17.5	48	61	13	125	48	0	0	13
AGO	18.1	54	55	1	125	54	0	0	1
SET	18.9	61	89	28	125	61	0	0	28
OUT	20.3	79	108	29	125	79	0	0	29
NOV	21.8	95	123	28	125	95	0	0	28
DEZ	23.2	116	178	62	125	116	0	0	62
ANO	21.1	1013	1521	508		1013	0	0	508

INDICE HÍDRICO = 50.1 CLIMA ÚMIDO

APENDICE 2

DESCRIÇÃO DE PERFIS DE SOLO

PERFIL Nº 1362

CLASSIFICAÇÃO- Latossolo Amarelo Alico, pouco profundo, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa (LApp).

LOCALIZAÇÃO - Superfície de cimeira. Margem esquerda, da rodovia BR-116 sentido São Paulo - Curitiba, a cerca de 5Km de distância na estrada que sai detrás do Posto Manecão.

SITUAÇÃO E DECLIVE - Barranco de estrada no terço superior da elevação.

ALTITUDE - Aproximadamente 760m

LITOLOGIA - Migmatitos

MATERIAL DE ORIGEM - Depósito superficial resultante da decomposição e remanejamento de migmatitos.

DRENAGEM - Moderada a boa.

VEGETAÇÃO - Floresta tropical transição para subtropical perenifólia.

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- A11 0 - 5cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4 úmido),
bruno escuro (7,5YR 4/4 seco); franco argiloso;
granular, médio, moderada; ligeiramente duro,
firme, ligeiramente plástico, ligeiramente
pegajoso, transição ondulada e clara.
- A12 5 - 15cm, bruno amarelado (10YR 5/6 úmido) e
amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 seca); argiloso;
granular e blocos subangulares, pequena e média,
moderada; duro, firme; ligeiramente plástico e
pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B1 16 - 25cm; amarelo (10YR 7/8 úmido) e (10YR 7/6
seco); argilosa; blocos subangulares, média e
grande; fraca; duro, firme, plástico e
pegajoso; transição plana e difusa.
- B21 26 - 53cm; amarelo(10YR 7/8 úmido) e (10YR 8/6
seco) ; argilosa; blocos subangulares, média e
grande, moderada; muito duro, firme, plástico e
pegajoso; transição plana e difusa.

- B22 54 - 84; amarelo brunado (10YR 6/8 úmido), amarelo (10YR 8/6 seco); argiloso; blocos subangulares, grande, fraca e moderada; cerosidade nas faces verticais; muito duro. firme, muito plástico e pegajoso; transição plana e clara.
- 2B3 85 - 140cm; amarelo avermelhado (5YR 6/8 úmido) e vermelho amarelado (5YR 7/4 seco); argiloso; blocos subagulares, grande, fraca e moderada; cerosidade moderada nas faces verticais; prismas com disposição vertical inclinada; duro, firme, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- 2C1 150 - 210cm, amarelo avermelhado (7,5YR 6/8 úmido) e rosada(7,5YR 8/4 seco);franco-argiloso; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.
- 2C2 ± 300cm; rochas em decomposição com tons variegados, violeta e róseos, amarelo esbranquiçado, orientado emdisposição quase vertical.

OBSERVAÇÃO: Linha de concreções lateríticas de 10cm de espessura e de cascalhos e calhaus semi arestados entre B22 e o 2B3.

B1 com fendas com acúmulo de material do horizonte superior e de raízes decompostas.

B22 com mosqueamento comum mais intenso na base, difuso e
esparço ao longo do horizonte. Manchas pequenas.

RAIZES: No A11 e A12, finas, fasciculadas, e abundantes.

No B1 finas e comuns. Poucas nos demais
horizontes.

TABELA N. 19 DADOS ANALITICOS DO PERFIL N.1362(LA000)

HORIZONTE		FRAG. GROSS.		ANALISE GRANULOMÉTRICA				ARGILA SILTE/		AR.FINA	pH	pH	delta
SIMB.	L.S.P.	L.INF.	PEDRAS	CASC.	AR.GR.	AR.FIN.	SILTE	ARG.	D.H2O	ARG. /GROSSA	H0H	K01	pH
	CM	CM					%						
A11	0	4	0	0	10	5	27	58	...	0,47	2,00	4,3	3,6 -0,7
A12	5	15	0	0	9	5	26	60	...	0,43	1,80	4,3	3,6 -0,5
B1	16	25	0	0	7	6	27	60	...	0,45	1,17	4,4	3,9 -0,5
B21	26	53	0	0	9	6	24	61	...	0,29	1,50	4,3	3,9 -0,4
B22	54	84	0	0	10	6	23	61	...	0,38	1,67	4,4	4,0 -0,4
B23	85	140	0	0	1	3	58	38	...	1,53	0,33	4,5	4,0 -0,5
C01	150	210	0	0	2	7	56	35	...	1,60	0,29	4,4	4,0 -0,4
C02		300	0	0	1	3	72	24	...	3,00	0,35	4,5	4,0 -0,5

HORIZ	CATIONES TROCAVEIS				SOMA BASES	ACIDEZ TR.(AL)	H EXTR.	C.T.C. (pH 7)	V (pH 7)	S-AT.AL (%)	RC	CTC (100gATC)
	Ca	Mg	K	Na								
	-----mg/100gTFS-----							%	%	-----meq/100gTFS-----		
A11	1,0	0,8	0,29	0,16	2	...	13,1	19,4	11,6	64,0	10,5	-19,4
A12	0,1	0,1	0,05	0,07	0	...	6,8	10,6	3,0	91,6	6,4	0,5
B1	0,1	0,1	0,02	0,03	0	2,7	3,2	6,2	4,1	91,5	4,9	2,0
B21	0,1	0,1	0,02	0,02	0	2,6	1,7	4,5	3,3	91,5	4,7	3,0
B22	0,1	0,1	0,02	0,02	0	2,5	2,2	4,9	4,9	91,2	4,5	4,4
B23	0,1	0,1	0,02	0,03	0	2,9	1,4	4,6	3,5	92,1	6,3	9,6
2C1	0,1	0,1	0,02	0,01	0	3,0	0,9	4,1	5,6	92,9	9,2	9,2
2C2	0,1	0,1	0,04	0,01	0	0,3	0,5	1,1	23,8	54,5	2,3	0,6

HORIZ	C CPS.	N TOTAL	razão C/N	DIGESTÃO ÁCIDO SULFÚRICO (1:1)				RELAÇÕES MOLECULARES		
				S102	A1203	Fe203	Ti02	Al	Fe	Al/Fe
	%	%		-----%-----						
A11	7	0,00		22,3	14,5	4,3	1,1	2,6	2,2	5,5
A12	2	0,00		25,7	17,6	4,3	1,3	2,5	2,1	6,5
B1	1	0,00		28,9	18,9	5,3	1,2	2,6	2,2	5,6
S21	1	0,00		15,9	16,4	5,3	2,0	1,8	1,6	5,4
S22	1	0,00		21,3	17,3	5,3	1,1	2,1	1,8	5,1
S23	0	0,00		18,4	20,1	9,3	1,5	1,5	1,2	3,5
201	0	0,00		19,4	17,8	5,6	0,8	1,7	1,5	5,0
202	0	0,00		21,3	22,6	5,0	0,7	1,6	1,4	7,6

Obs.: dados expressos em função de terra fina seca ao ar (T.F.S.A.)

Análise mineralógica das areias

A1 0 - 15cm; **Cascalho:** 65% de quartzo, grãos angulosos, subangulosos, superfícies irregulares (incolores, amarelados e avermelhados); brilhantes e foscos; 35% de concreções ferruginosas.

Areia grossa: 93% de quartzo; grãos angulosos, e sub-angulosos, superfícies irregulares, incolores cores, brancos, amarelados e avermelhados, 4% de carvão e detritos; 2% de ilmenita; 1% de concreções ferruginosas e ferro-argilosas; traços de concreções argilosas claras, zircão e muscovita.

Areia fina: 92% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, superfícies irregulares, incolores e amareladas, brilhantes e foscos; 47% de ilmenita, 2% de concreções ferruginosas e ferro argilosas; 2% de carvão e detritos; traços de muscovita.

B2 80-100cm; **Cascalho:** 75% de quartzo, grãos angulosos, superfícies irregulares, incolores, brancos, amarelados e avermelhados, foscos; 25% de con

creções ferruginosas e ferro argilosas.

Areia grossa: 97% de quartzo; grão angulosos, sub-angulosos, superfícies irregulares, incolores e amarelados, brilhantes e foscos; 2% de ilmenita, 1% de concreções ferruginosas e ferro argilosas; traços de feldspatos intemperizados e detritos.

Areia fina: 94% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos; superfícies irregulares, incolores, amarelados e avemelhados; brilhantes; 4% de ilmenita; 2% de concreções argilosas claras, ferro argilosas e ferruginosas, traços de zircão, muscovita, feldspatos intemperizados e carvão.

PERFIL Nº 1440

CLASSIFICAÇÃO - Solo Podzólico Amarelo Alíco, Tb, A moderado, textura média/argilosa, "epiaquico". (PA)

LOCALIZAÇÃO - Superfície de Cimeira. BR 116, margem esquerda sentido S.Paulo - Curitiba $\pm$ 2.000m do Posto Manecão.

SITUAÇÃO - Terço inferior da vertente.

LITOLOGIA - Migmatitos.

RELEVO - Ondulado

EROSÃO - Laminar severa

DRENAGEM INTERNA - Moderada. PERMEABILIDADE - Moderada

DRENAGEM EXTERNA - Bem drenado.

DRENAGEM TOTAL - Moderado

VEGETAÇÃO ORIGINAL - Mata Atlântica

COBERTURA VEGETAL ATUAL - Samambaia, mata secundária.

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

A: 0 - 4cm; bruno escuro (10YR 3/3); granular, pequeno, fraco, e grãos soltos.

B/A: 4 - 20cm; bruno (10YR 4/3 úmido); franco; blocos subangulares, médios, fracos a maciço; friável, plas