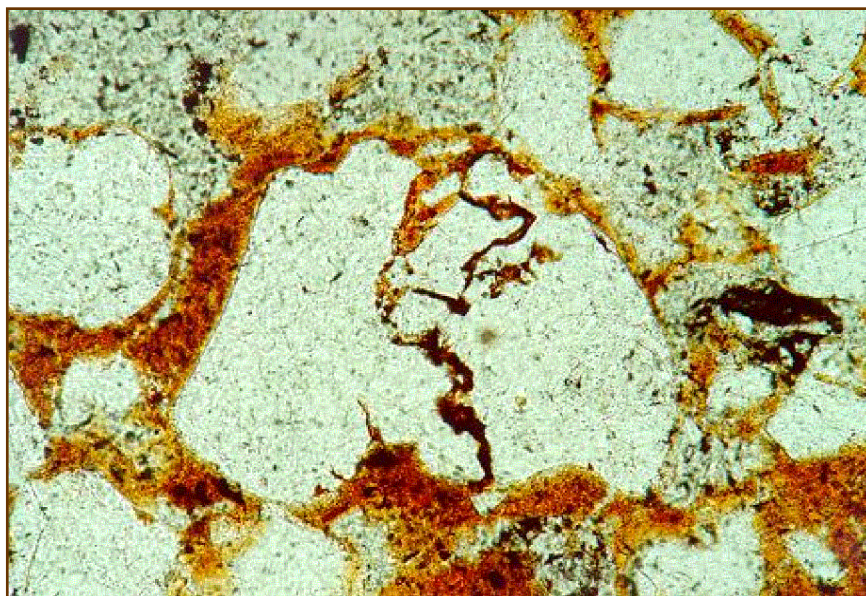


INTERAÇÕES ENTRE MODELADO E SOLO NO TRANSECTO ESPRAIADO, SÃO PEDRO, SP.



SHEILA APARECIDA CORREIA FURQUIM

Orientadora:

Profa.Dra. Lylian Coltrinari

Dissertação apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Geografia Física.

SÃO PAULO - 2002

Capa – Microfotografia-evidência de fenômeno de plasma infusion: a partícula do esqueleto parece estar se dividindo em vários pedaços, havendo plasma vermelho-escuro no contato entre estes (aumento original: 20X10).

Aos meus pais, aos meus irmãos e ao Fernando.

ÍNDICE DO TEXTO

AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
I – INTRODUÇÃO	1
II – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	8
1 – Localização	9
2 – Características climáticas, de vegetação e uso do solo	9
3 – Características geológicas, geomorfológicas e pedológicas	11
3-1 – Reverso da cuesta	11
3-2 – Front da cuesta	13
3-3 – Glacis	14
3.3.1 – Zona Preservada	15
3.3.2 – Zona de Transição	16
3.3.3 – Zona Dissecada	22
3.3.4 – Formação Pirambóia	23
3-4 – Várzea e terraços do Rio Piracicaba	24
III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
1 – Panorama geral do procedimentos	26
2 – Caracterização morfométrica e morfológica do transecto Espraiado	29
2.1 - Levantamento morfométrico em campo: o pantômetro	30
2.2 - Caracterização morfométrica e morfológica em gabinete	32
2.2.1 - Plotagem do transecto	32
2.2.2 - Identificação das discontinuidades de declive e delimitação das unidades morfológicas	32
2.2.3 - Determinação da frequência e distribuição dos ângulos de declividade	33
2.2.4 - Estimativa da forma do transecto e de seus segmentos	33
3 - Caracterização da cobertura pedológica do transecto Espraiado	35
3.1. Levantamento da cobertura pedológica em campo	35
3.2 - Descrição e interpretação micromorfológica dos solos	37
3.2.1 - Coleta das amostras indeformadas em campo	37
3.2.2 - Confecção das lâminas delgadas de solos	37
3.2.3 - Descrição das lâminas delgadas	38

3.3 - Análises físicas, mineralógicas e químicas de laboratório	42
3.3.1 - Análises físicas	42
3.3.2 - Análise de mineralogia de argila	43
3.3.3 - Análises químicas	44
3.3.4 - Tratamento estatístico dos dados físicos e químicos dos solos	48
3.4 – Classificação dos solos	49
IV - RESULTADOS	50
1 - Levantamento morfológico e morfométrico do transecto Espraiado	51
1.1- Segmentos e descontinuidades de declive no transecto	51
1.2 - Frequência e distribuição dos ângulos de declividade ao longo de todo o transecto	51
1.3- Frequência dos ângulos de declividade nos segmentos superior, médio e inferiores (a, b e c)	55
1.4 - Estimativa da forma do transecto e de seus segmentos	55
1.5 – Feições morfológicas superficiais.	57
2 - Caracterização da cobertura pedológica no transecto Espraiado	57
2.1 – Classificação dos solos do transecto Espraiado	57
2.2 - Caracterização macromorfológica dos horizontes	65
2.2-1 - Descrição macromorfológica	65
2.2-2 - Principais variações verticais e laterais das características macromorfológicas	73
2.3 - Caracterização micromorfológica	75
2.3-1 - Descrição micromorfológica dos horizontes	75
2.3-2 - Principais variações verticais e laterais das características micromorfológicas	84
2.4 - Resultados das análises físicas, mineralógicas e químicas	86
2.4-1- Análises físicas	86
2.4-2 - Análises mineralógicas da fração argila	97
2.4.3 - Análises químicas	97
2.4.4 - Síntese das variações laterais e verticais dos parâmetros físicos, mineralógicos e químicos	115
V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
1- O transecto Espraiado e o Glacis de São Pedro.	119
2 - Dinâmica hídrica no transecto Espraiado	121
3 - As translocações e perdas de matéria no Segmento Superior / Neossolo Quartzarênico	126
3.1 - As bandas e o processos de e-iluviação de material coloidal	126
3.2 - Translocações e perdas de matéria associadas às partículas de quartzo	129

4 - As perdas de matéria no Segmento Médio / Argissolos Amarelo e Acinzentad e nos Segmentos Inferiores / Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico.	131
4.1 - As bandas onduladas do Segmento Médio e as possíveis de perda de matéria	132
4.2 - Evidências de processo de “piping”	133
4.3 - Outras evidências de remoção de matéria nos segmentos médio e inferiores	134
5 - Os dados químicos e as possíveis interpretações	135
6- Relações entre os processos descritos e o modelado	135
VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
VII - ANEXOS:	147
ANEXO 1 – Valores de declividade do transecto Espraiado	
ANEXO 2 – Descrição morfológica dos solos no transecto Espraiado	

ÍNDICE DE FIGURAS

1: Localização da área de estudo	10
2: Compartimentos geomorfológicos da região de São Pedro	12
3: Carta hipsométrica da bacia do Córrego Espraiado	18
4: Carta clinográfica da bacia do Córrego Espraiado	19
5: Esboço morfológico da bacia do Córrego Espraiado	20
6: Esboço pedológico da bacia do Córrego Espraiado	21
7: Fluxograma dos procedimentos adotados	27
8: Representação esquemática da aplicação da análise estrutural da cobertura pedológica em campo	36
9: Morfologia do transecto Espraiado	52
10: Distribuição das frequências de ângulos de declividade do transecto Espraiado	54
11: Graus de declividade ao longo do transecto Espraiado	54
12: Distribuição das frequências de ângulos de declividade no segmento superior	56
13: Distribuição das frequências de ângulos de declividade no segmento médio	56
14: Distribuição das frequências de ângulos de declividade nos segmentos inferiores (a, b e c)	56
15: Organização geral da cobertura pedológica do transecto Espraiado	59
16: Detalhe da organização da cobertura pedológica nos segmentos médio e inferiores (a, b e c) do transecto Espraiado	60
17: Médias Laterais das Principais Frações Granulométricas no Transecto Espraiado	96

18: Médias Verticais das Principais Frações Granulométricas em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	96
19: Médias Laterais de Relação Silte-Argila (s/a) no Transecto Espraiado	99
20: Médias Verticais de Relação silte-argila (s/a) em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	99
21: Médias Laterais de pH no Transecto Espraiado	104
22: Médias Laterais de Al^{+3} no Transecto Espraiado	105
23: Médias Verticais de Al^{+3} em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	105
24: Médias Laterais de $H^{+}+Al^{+3}$ no Transecto Espraiado	106
25: Médias Verticais de $H^{+}+Al^{+3}$ em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	106
26: Médias Laterais de Soma de Bases no Transecto Espraiado	109
27: Médias Verticais de Soma de Bases em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	109
28: Médias Laterais de CTC no Transecto Espraiado	111
29: Médias Verticais de CTC 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	111
30: Médias Laterais de V% no Transecto Espraiado	113
31: Médias Verticais de V% em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	113
32: Médias Laterais de m% no Transecto Espraiado	114
33: Médias Verticais de m% em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	114
34: Médias Laterais de Matéria Orgânica. no Transecto Espraiado	116
35: Médias Verticais de Matéria Orgânica em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado	116

ÍNDICE DE FOTOS

1: Pantômetro	31
2: Vista geral da morfologia do transecto	53
3: Segmentos inferiores a e b	53
4: Macromorfologia: Perfil de NeossoloQuarzarênico	62
5: Macromorfologia: Perfil de Argissolo Acinzentado	62
6: Macromorfologia: Perfil de Cambissolo Háplico	64
7: Macromorfologia: Perfil de Cambissolo Háplico	64
8: Macromorfologia: Horizonte E	68
9: Macromorfologia: Elo entre horizonte Bt e E	68
10: Micromorfologia: Vista Geral do Horizonte A	87
11: Micromorfologia: Vista Geral do Horizonte AE	87
12: Micromorfologia: Vista Geral do Horizonte E (próximo à superfície)	87
13: Micromorfologia: Vista Geral do Horizonte E (em profundidade)	87
14: Micromorfologia: Vista Geral dos Horizontes AE e E	88
15: Micromorfologia: Feições do Esqueleto no Horizonte E	88
16: Micromorfologia: Feições do Esqueleto no Horizonte E	88

17: Micromorfologia: Feições do Esqueleto no Horizonte E	88
18: Micromorfologia: Feições do Esqueleto no Horizonte E	89
19: Micromorfologia: Feições de Iluviação no Horizonte E	89
20: Micromorfologia: Esqueleto e Plasma no interior dos poros (Horizontes AE e E)	89
21: Micromorfologia: Esqueleto e Plasma no interior dos poros (Horizontes AE e E)	89
22: Micromorfologia – Vista Geral do Horizonte C-1	90
23: Micromorfologia – Feições do Esqueleto no Horizonte C-1	90
24: Micromorfologia – Feições do Esqueleto no Horizonte C-1	90
25: Micromorfologia – Vista Geral do Horizonte Bt	90
26: Micromorfologia – Vista Geral do Horizonte ABi	91
27: Micromorfologia – Vista Geral do Horizonte Bi	91
28: Micromorfologia – Vista Geral do Horizonte C-3	91
29: Micromorfologia – Vista Geral do Horizonte C-2	91

ÍNDICE DE QUADROS

1: Valores de parâmetros estatísticos dos ângulos de declividade do transecto Espraiado e de seus segmentos	51
2: Resultados das análises granulométricas	93
3: Resultados das análises de covariância dos dados granulométricos com o comprimento lateral do transecto e a distribuição vertical dos horizontes	95
4: Valores de média e desvio padrão por trincheira (laterais) dos resultados das análises granulométricas	95
5: Valores de média e desvio padrão por horizonte (verticais) dos resultados das análises granulométricas	98
6: Resultados das análises químicas	100
7: Resultados das análises de covariância dos dados químicos com o comprimento lateral do transecto e a distribuição vertical dos horizontes	103
8: Valores de média e desvio padrão por trincheira (lateral) dos resultados das análises químicas	103
9: Valores de média e desvio padrão por horizonte (vertical) dos resultados das análises químicas	108

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Lylian Coltrinari pela dedicação e orientação a este trabalho.

Aos Professores Doutores do Departamento de Geografia da USP: Rosely Pacheco Dias Ferreira, Sônia Furian, Selma Simões de Castro, José Pereira de Queiroz Neto, Laurent Barbiero, Cleide Rodrigues, Jurandir Luciano Sanches Ross, Mário De Biasi, pelo grande apoio e pelas preciosas sugestões ao trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Vitte, do Instituto de Geociências – UNICAMP, ao Prof. Dr. Paulo César Giannini e à Prof.^a Dr.^a Maria Cristina Motta de Toledo, ambos do Instituto de Geociências – USP, ao Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado – ESALQ/USP e ao Prof. Vincent Valles - Université de Provence, pelo apoio e sugestões.

Ao Centro de Estatística Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística – USP, pela assessoria prestada no presente trabalho. Ao Prof. Carlos Navas, do Instituto de Biociências – USP, por permitir o uso do programa de estatística em seu laboratório, e a sua esposa, à pesquisadora Ana Luiza Gomes Pinto Navas, por corrigir o resumo em inglês.

Ao coordenador da Área de Geografia Física, Depto Geografia - USP, Prof. Felisberto Cavalheiro, aos funcionários do Setor de Convênios da Administração da FFLCH –USP e à Pró-Reitoria de pós-graduação - USP, pela liberação de verba para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Elaine Aparecida Sinfrônio, técnica do Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências-USP, à Marisa de Souto Mattos, técnica do Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia - USP, e ao Devison Pereira, técnico do laboratório de confecção de lâminas do Instituto de Geociências – UNICAMP, pelo apoio técnico e operacional.

Ao Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da USP, pelo uso de suas dependências e pelo grande apoio material, e aos amigos que já foram ou ainda são associados a este laboratório: Floripes Piné Garcia, Benjamin Capellari, Deborah de Oliveira, Paulo Carrilho, Hebert Lucati e Ermínio Fernandes, pelas críticas e discussões relativas ao trabalho.

Ao proprietário da Fazenda Espirado (São Pedro), Sr. Wilson, por permitir o desenvolvimento da pesquisa, e aos seus funcionários, em especial ao Sr. Valdir, por me salvar várias e várias vezes de situações inusitadas.

Aos amigos que me acompanharam aos trabalhos de campo: Esmeralda Buzato, Cecília Alarsa, Maria Aparecida de Oliveira, Denise Daleva Costa, Graziela Pepe, Rogério Rodrigues Robeiro, Rosana Dias Aranha, Rosely Pacheco Dias Ferreira, Sônia Furian e Alexandre Tomio.

Ao Sr. Henrique Furlan e família, por nos tratar tão bem em sua propriedade em São Pedro.

À Cintia Gomes da Fontes Peruzzin, Alexander Evaso, Rosana Aranha, Gustavo Armani, Carlos de Assis Dias, Carlos Jardim, Rogério Rodrigues Ribeiro, Fabíola Maiumi Oshiro e Roberta Ribeiro Costa, amigos que sempre deram grande carinho e incentivo em todo o período da pesquisa, inclusive nos momentos de maior desespero!

Aos meus pais, Laercio e Terezinha, aos meus irmãos Laércio e Tânia e aos meus cunhados Pedro e Gabi, pelo constante apoio. Á minha sobrinha Lia, alegria da família.

Ao Fernando, companheiro de todos os momentos, pelo grande carinho e pela fundamental ajuda durante todo o trabalho.

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa consiste em identificar feições macro e micromorfológicas (em escala de campo e do microscópio óptico, respectivamente) e evidências analíticas (parâmetros físicos e químicos) que indiquem possíveis mecanismos de translocações, perdas e acumulações de matéria no interior da cobertura pedológica, possivelmente responsáveis pela modificação do modelado em um transecto localizado na região de São Pedro (SP).

O transecto estudado, denominado Espraiado, subdivide-se em 5 segmentos: segmento superior, segmento médio e segmentos inferiores a, b e c. O segmento superior apresenta baixas declividades e presença do Neossolo Quartzarênico, solo espesso e arenoso caracterizado pela sequência vertical de horizontes A, AE, E com bandas e C-1. O segmento médio apresenta declividades comparativamente médias e presença dos Argissolos Amarelo e Acinzentado, caracterizados pela espessura menor que a do Neossolo Quartzarênico e pela sequência de horizontes A, AE, E com bandas, Bt, C-2 e C-3. Os segmentos inferiores possuem as maiores declividades e solos com a maior presença de argila e a menor espessura do transecto: Cambissolo Háptico, com sequência de horizontes A, ABi, Bi, C-2 e C-3; e Neossolo Litólico, com sequência de horizontes A, C-2 e C-3.

As feições identificadas, principalmente macro e micromorfológicas, indicam a ocorrência de processos químicos e mecânicos no interior da cobertura pedológica, desencadeados principalmente pela circulação da água no interior dos solos e responsáveis pela redistribuição e/ou remoção de material em todo o transecto. No Neossolo Quartzarênico, onde há provavelmente maior infiltração de água e dominância do fluxo interno vertical, foi encontrada maior presença das seguintes feições: bandas e interbandas, interpretadas como evidências de-iluviação de plasma; golfos nas partículas de quartzo, interpretados como evidências de dissolução de sílica; e feições relacionadas ao fenômeno de *plasma infusion*, o qual provoca a desintegração das partículas de areia em partículas menores. Nos Argissolos (Amarelo e Acinzentado) e no Cambissolo Háptico, onde há menor infiltração de água e provavelmente maior presença de fluxo interno lateral, estas feições aparecem em menor quantidade, mas dominam outras, tais como: bandas e interbandas, provavelmente associadas à perda de plasma do horizonte subjacente; orifícios e concavidades superficiais provavelmente associados ao processo de *piping*, mosqueamentos que indicam processos de hidromorfia e, portanto, maior mobilidade do ferro reduzido, e feições relacionadas à mobilização de plasma e esqueleto nos macroporos. As únicas feições encontradas que indicam a deposição ou precipitação de elementos no sistema foram as bandas do Neossolo Quartzarênico (as quais indicam simultaneamente perda de matéria), e as denominadas “superfícies duplas” das partículas de quartzo.

Desta forma, parece que a cobertura pedológica do transecto Espraiado caracteriza-se principalmente pela perda generalizada de matéria, provavelmente associada a uma perda de volume dos solos e a um rebaixamento do modelado local, assim como descrito em outras áreas tropicais. Assim, os resultados apresentados estão em desacordo com a idéia de oposição entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos, comumente presente na visão tradicional das relações solo-relevo, uma vez que os processos deduzidos são possivelmente responsáveis não apenas por mudanças de características morfológicas da cobertura pedológica, mas também por mudanças no modelado. Além disto, a presença destes processos na área estudada parece estar de acordo com os princípios da teoria de etchplanação.

ABSTRACT

The goal of this research is to identify macro and micromorphological features (field and optical microscopic scale, respectively) and analytical evidences (physical and chemical parameters), indicative of translocations, losses and accumulations mechanisms inside the soils, that probably leads to changes in the form of a transect, localized in São Pedro region, São Paulo State, Brazil.

The studied transect, called Espraiado, is divided into five segments: superior segment, medium segment and a, b and c inferior segments. The superior segment presents low slope angles and presence of quartz sand, that is a deep soil characterized of the vertical sequence of A, AE, E (with bands) and C-1 horizons. The medium segment has moderate slope angles and the presence of podzolic soils, that are shallower than quartz sand soil and follow vertical sequence of horizons: A, AE, E (with bands), Bt, C-2 and C-3. The inferior segments have the highest slope angles and soils with the highest clay content and the lowest thickness of the transect: cambic soil, that has vertical sequence of A, ABi, Bi, C-2 and C-3 horizons; or A, C-2 and C-3 horizons.

The identified macro and micromorphological features suggest the occurrence of chemical and mechanical processes inside the pedological cover, mainly triggered for water circulation in soils. These processes are probably responsible for material translocation and/or remotion in the whole transect. In quartz sand soil, where there are probably high water infiltration rates and dominant internal vertical flux, there are the great amounts of the follow features: bands/interband, interpreted as plasma e-illuviation evidences, embayed quartz particles, interpreted as silica dissolution evidences, and plasma infusion, a phenomenon that leads to the desintegration of sand-sized particles and the formation of silt-sized particles. In podzolic and cambic soils, where there are probably lower water infiltration rates and dominant internal lateral flux, there are fewer of these features and dominance of others, like bands/interbands probably related to plasma losses; holes and concavities probably related to piping processes, mottles suggesting hydromorphic processes that induce the mobility of reduced Fe, and features associated to plasma and skeleton mobility in macropores. Only two features suggest deposition or precipitation of elements in the soil system: bands, mainly in quartz sand soil, and the “double surfaces” of the quartz particles.

It seems that pedological cover of the Espraiado transect is mainly characterized by general losses that lead to soil volume loss and landsurface lowering, as described in other tropical areas. Therefore, the presented results disagree with the opposition idea of pedogenetic and morphogenetic processes, presented in traditional views of soil-landforms relationships, since the deduced processes in this research are probably responsible for both soil and landform changes. Furthermore, the presence of the identified chemical processes in Espraiado transect appear to conform to concepts of etchplanation.

I - INTRODUÇÃO

As formas de relevo e os solos estão intimamente associados já que interagem na paisagem mediante uma série de relações espaciais e temporais (KILIAN & ROSSELI, 1978). Apesar desta afinidade, a geomorfologia e a pedologia nasceram de forma independente e trilharam caminhos separados e até divergentes por um longo tempo. A reintegração entre o conhecimento produzido por estas duas disciplinas ocorreu principalmente a partir de meados do século XX, quando a publicação de trabalhos que analisam as relações relevo - solos de um ponto de vista convergente aumentou substancialmente (McFADDEN & KNUEPFER, 1990; BOMER, 1993; QUEIROZ NETO, 2000).

A importante produção científica então reunida propôs uma série de interpretações à respeito das relações relevo - solos, criando uma visão tradicional sobre a questão (QUEIROZ NETO, 2000). Desta visão cabe destacar a idéia do antagonismo entre *processos geomorfológicos*, considerados sinônimos de processos mecânicos, e *processos pedológicos*, interpretados principalmente como equivalentes a processos químicos¹. Um exemplo desta interpretação encontra-se em TRICART (1968), que afirma que em determinado ambiente poderá ocorrer ora maior atividade da pedogênese, desencadeando o desenvolvimento dos solos, ora maior atividade da morfogênese, com então predomínio da gênese e evolução do relevo. Neste último caso, os solos seriam encarados principalmente como uma cobertura móvel, disponível para ser removida pelos processos morfogenéticos (ou mecânicos).

Esta interpretação tradicional passou a ser questionada na literatura internacional principalmente nas 2 últimas décadas; por um lado, devido à maior consideração, por parte dos geomorfólogos que trabalham nos trópicos úmidos, da teoria da etchplanação e, por outro, devido à maior e mais eficiente divulgação, por parte dos pedólogos, dos resultados de pesquisas desenvolvidas segundo os procedimentos prescritos pela análise estrutural da cobertura pedológica.

A teoria de evolução do relevo conhecida como etchplanação reconhece a ação dos processos químicos no regolito e sua importância na elaboração e evolução das formas de relevo, contrariando, portanto, a idéia de morfogênese como sinônimo de processo mecânico. WAYLAND (1933) reconheceu na África uma superfície formada

¹ De acordo com QUEIROZ NETO (2000), a teoria de Biostasia e Rexistasia de Erhart, lançada em 1956, favoreceu o desenvolvimento de pontos de vista antagônicos entre evolução pedológica e evolução geomorfológica.

por corrosão e tentou explicar os processos aos quais, posteriormente, WILLIS (1936) deu o nome de *etching*. Posteriormente, outros autores, em especial BÜDEL (1957), ampliaram e aprofundaram as pesquisas na mesma direção. Recentemente, THOMAS (1994) sugere a extensão dos conceitos básicos da teoria da etchplanação para incluir tanto as superfícies que sofreram aplainamento extensivo, quanto aquelas que apresentam graus diversos de dissecação, mas onde atuam os processos de etchplanação, isto é, há rebaixamento ativo devido às perdas generalizadas de matéria do material alterado por intemperismo químico, retirada subsuperficial e erosão superficial. Este autor acredita, ainda, que os processos de etchplanação ocorrem em diversas zonas climáticas do globo, mas destaca os trópicos úmidos, que são muito favoráveis ao intemperismo químico devido à ocorrência de altas temperaturas, precipitações abundantes, alta produtividade orgânica e boa drenagem nos materiais de alteração.

A análise estrutural da cobertura pedológica, por sua vez, pode ser definida sucintamente como um conjunto de procedimentos utilizados para estudar as características morfológicas, a distribuição lateral e vertical e o arranjo geométrico das estruturas da cobertura pedológica, ao longo de unidades de relevo tais como vertentes, bacias - vertentes e interflúvios (RUELLAN & DOSSO, 1993). Esta forma de estudar os solos, iniciada na década de 1970 em trabalhos realizados por Bocquier, Boulet e Chauvel na África (QUEIROZ NETO, 1988), mostrou-se muito útil pois permite identificar as transformações, redistribuições, adições e perdas de matéria no interior dos solos, por processos biogeoquímicos e mecânicos, e entender o papel destes processos na gênese e dinâmica tanto da cobertura pedológica quanto do relevo (BOULET, 1992; RUELLAN & DOSSO, 1993). Assim, entre outros resultados, este procedimento revelou que, como bem cita QUEIROZ NETO (2000), “pedogênese e morfogênese podem atuar contemporânea e solidariamente” (p. 65), não havendo desta forma antagonismo entre eles.

No presente trabalho pretende-se focalizar as interações entre modelado e solos à luz da visão não tradicional da questão, ou seja, da idéia geral de que os processos químicos ou mecânicos podem contribuir para a gênese e dinâmica tanto dos solos quanto do modelado. Destaca-se, entretanto, que com a finalidade de restringir os objetivos desta pesquisa, deu-se maior ênfase ao papel da dinâmica dos solos na modificação das formas do modelado e não o contrário, ou seja, ao papel da dinâmica

do modelado na modificação dos solos. Assim, definiu-se como **objetivo geral** a busca de feições macromorfológicas (na escala de campo) e micromorfológicas (na escala do microscópio óptico) no interior da cobertura pedológica, que evidenciem a atuação provável de processos químicos e mecânicos (translocações, perdas e acumulações de matéria) responsáveis pela perda de volume dos materiais e, portanto, por uma modificação do modelado na escala da vertente.

Para tanto, escolheu-se estudar um transecto na bacia do Córrego Espreado, localizada na região de São Pedro (SP), utilizando-se a análise estrutural da cobertura pedológica por permitir uma melhor aproximação das relações relevo-solos, como já exposto. As relações relevo-solos já haviam sido estudadas pela presente autora nesta bacia, em escala semi - detalhada (1:25.000), sob a ótica tradicional acima citada, uma vez que o aparente antagonismo entre pedogênese e morfogênese foi adotado como pano de fundo para as discussões realizadas naquele momento (FURQUIM, 1997). Assim, ao adotar a leitura não tradicional das relações relevo - solos no presente trabalho, revejo minhas próprias convicções sobre o assunto.

Apesar da temática específica deste trabalho ser relativamente pouco abordada pelos pesquisadores em Ciências da Terra, cabe aqui citar alguns dos trabalhos em parte similares ao aqui proposto, tais como o de BOULET (1992), PELLERIN & QUEIROZ NETO (1992), TEEUW *et al.* (1994), DIAS FERREIRA (1997) e COLTRINARI (1999), já que estes abordaram de maneira central o papel das perdas internas do solo ou regolito na evolução e dinâmica do relevo. TEEUW *et al.* (1994) identificaram evidências de processos de remoção química e mecânica no interior do regolito em Serra Leoa que, segundo os autores, são muito comuns em ambientes tropicais. Das evidências identificadas, destacam-se feições associadas à dissolução do quartzo, que possibilita uma perda constante de sílica do sistema, e feições associadas ao fenômeno de *plasma infusion*, responsável pela produção de partículas de silte a partir da desintegração de partículas de areia, fato que aumenta a facilidade de transporte mecânico e a atividade química na superfície das partículas, pelo aumento da superfície específica.

Já COLTRINARI (1999) mostra que formas associadas à exportação vertical de matéria em solução, principalmente depressões fechadas estudadas em detalhe por FILIZOLA & BOULET (1993, 1996), apresentam expressão regional no trecho superior da bacia sedimentar de Taubaté, na região sudeste do Brasil. Tanto TEEUW *et al.*

(1994) quanto COLTRINARI (1999) interpretam os processos identificados em suas pesquisas como importantes componentes de denudação das vertentes e interflúvios, e associam a sua ocorrência ao progresso da etchplanação nos ambientes tropicais estudados.

Os trabalhos de BOULET (1992), PELLERIN & QUEIROZ NETO (1992) e DIAS FERREIRA (1997) utilizam-se da análise estrutural da cobertura pedológica para tratar do papel dos solos na evolução do relevo no Brasil. BOULET (1992) cita o exemplo de passagem lateral de Latossolos para Podzóis em Manaus (AM), ressaltando haver um aumento da remoção de matéria dissolvida (sílica, alumínio, bases) da alta à baixa vertente, responsável pela promoção e intensificação da incisão geoquímica dos vales e do recuo das vertentes. PELLERIN & QUEIROZ NETO (1992) também encontraram evidências de processos geoquímicos (dissolução geoquímica preferencial de CaCO_3 e depressões fechadas) em organizações latossólicas de colinas no alto vale do Rio do Peixe (SP) e atribuíram a estes processos a origem provável da redução diferencial do relevo e o desenvolvimento de vertentes com baixas declividades. Estes autores interpretaram, ainda, que em áreas próximas mais dissecadas, onde ocorre Latossolo no terço superior e Podzólico nos terços médio e inferior das vertentes, provavelmente houve a ação conjunta dos processos geoquímicos e de um entalhe fluvial acentuado, que desencadearam o desequilíbrio da cobertura latossólica e a formação de um sistema de transformação lateral.

Em São Pedro, DIAS FERREIRA (1997) estudou os solos de 3 topossequências na bacia do Retiro, localizadas no mesmo compartimento geomorfológico do transecto estudado na presente pesquisa, e identificou 2 sistemas pedológicos, separados por uma ruptura de declive, onde há afloramento do arenito Pirambóia. O denominado *sistema pedológico de montante*, presente em unidades morfológicas convexas, corresponde a um sistema de transformação de Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa)², presente nos topos, em Argissolo Vermelho-Amarelo (Podzólico Vermelho-Amarelo)³, presente

² Estes solos são denominados Areias Quartzosas nas classificação antiga (CAMARGO *et al.*, 1987), mas passaram a ser chamados de Neossolos Quartzarênicos pela classificação de EMBRAPA (1999). São solos geralmente profundos, com textura areia ($\geq 85\%$ de areia) ou areia franca (entre 70 e 85% de areia). Apresentam um horizonte A, geralmente moderado ou fraco, seguido por um horizonte C solto ou muito friável, pouco diferenciado, com colorações amareladas, alaranjadas ou avermelhadas. Cabe destacar que, quando um classe de solo aparecer pela primeira vez no texto ou quando o autor que está sendo citado utilizar a classificação antiga de solos, uma nota semelhante a esta será inserida e a classificação antiga será colocada entre parêntesis no texto.

³ Estes solos são denominados Podzólicos-Vermelho-Amarelos nas classificações antigas (CAMARGO *et al.*, 1987) mas passaram a ser chamados de Argissolos Vermelho-Amarelos pela classificação de EMBRAPA (1999). São solos com forte anisotropia, apresentando a sequência de horizontes A-E-Bt-C ou A-Bt-C. O horizonte A pode ser de

principalmente no terço superior e/ou médio das vertentes. Esta transformação, estudada mais detalhadamente por OLIVEIRA (1997a), ocorre principalmente pela translocação vertical e lateral das argilas, facilitada pela presença de água circulante, por uma porosidade funcional e por um meio dispersante, com baixo grau de complexação. Esta mobilidade promove o acúmulo e conseqüente formação de bandas onduladas vertente abaixo, sendo a posterior coalescência destas bandas a responsável pela gênese do horizonte B textural (Bt), diagnóstico dos Argissolos.

O *sistema pedológico de jusante*, estudado mais detalhadamente por DIAS FERREIRA (1997), situa-se principalmente no terço médio e inferior das vertentes da bacia estudada, em unidades morfológicas retilíneas e/ou ligeiramente côncavas. O lençol freático interceptado na ruptura de declive passa a ser sub-aflorante neste sistema, permitindo o desenvolvimento de uma cobertura pedológica hidromórfica, com forte diferenciação textural. A instalação de um fluxo lateral subsuperficial lento é responsável por perda de matéria, tanto através de processos geoquímicos, com redistribuição e exportação de argila e ferro, quanto por processos mecânicos gerados pela instabilidade dos horizontes saturados, provocando o desencadeamento de movimentos de massa, abatimentos e *pipes*. A partir dos dados obtidos, esta autora interpretou que a cobertura pedológica hidromórfica do sistema jusante, mais recente, estaria avançando de maneira regressiva, invadindo a organização pedológica do sistema montante que, por sua vez, evoluiria por transformação regressiva de Neossolo Quartzarênico em Argissolo Vermelho-Amarelo. Estas translocações e perdas de matéria nos 2 sistemas pedológicos, tanto por processos químicos quanto mecânicos, seriam responsáveis pela diferenciação entre os horizontes dos solos e pela evolução do modelado, já que comandariam o recuo das vertentes.

Baseando-se nos resultados obtidos em áreas tropicais pelos autores citados nos 5 parágrafos anteriores, espera-se encontrar no transecto Espraiado ***as seguintes feições macro e micromorfológicas***, evidenciadoras de processos químicos e mecânicos no interior da cobertura pedológica, possivelmente responsáveis pela modificação do modelado:

qualquer tipo, à exceção do turfoso; o horizonte eluvial E é geralmente arenoso e maciço, contrastando com o horizonte subjacente B textural (Bt), enriquecido em argila e normalmente bem estruturado. O horizonte C já apresenta características semelhantes ao material de origem (RUELLAN, 1990; OLIVEIRA *et al.*, 1992).

- ocorrência de golfos de dissolução do quartzo e de evidências do fenômeno de *plasma infusion* na cobertura pedológica (escala do microscópio óptico), assim como identificaram TEEUW *et al.* (1994) em Serra Leoa, já que tais feições parecem ser comuns em áreas tropicais.
- presença de bandas onduladas típicas de processos de e-iluviação de argila no topo e/ou terço superior do transecto Espraiado (escala de campo e do microscópio óptico), assim como foi identificado por OLIVEIRA (1997a) e DIAS FERREIRA (1997) em vertentes localizadas na região de São Pedro, no mesmo compartimento geomorfológico do transecto Espraiado.
- presença de abatimentos e *pipes* principalmente no terço inferior do transecto Espraiado (escala de campo), também como identificado por OLIVEIRA (1997a) e DIAS FERREIRA (1997) em vertentes localizadas na região de São Pedro, no mesmo compartimento geomorfológico do transecto Espraiado.

Espera-se, ainda, que seja possível identificar outras feições denunciadoras de mecanismos internos dos solos, que possam ser indícios de modificações do modelado. Assim, a presente dissertação é encarada apenas como uma contribuição aos conhecimentos sobre a influência da dinâmica e evolução dos solos no modelado da região de São Pedro, partindo-se da idéia de simultaneidade e não de antagonismo entre os processos geomorfológicos e pedológicos.

Caso sejam encontradas as feições macro e micromorfológicas esperadas, pode-se ainda lançar como hipótese que principalmente os processos químicos ativos no transecto estudado estejam atuando em conformidade com os princípios da teoria da etchplanação, como propõem TEEUW *et al.* (1994) e COLTRINARI (1999) em suas pesquisas em outras áreas tropicais.

II – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1 - Localização

A área de estudo situa-se na região de São Pedro, especificamente na bacia hidrográfica do Córrego Espraiado, entre as coordenadas 47°51'W - 47°54'W e 22°31'S - 22°33'S, município de São Pedro, estado de São Paulo (Figura 1).

No setor montante da bacia do Córrego Espraiado, escolheu-se uma vertente onde foi definido um transecto para a realização dos levantamentos morfológicos e pedológicos necessários ao desenvolvimento desta pesquisa. Este transecto é denominado neste trabalho de **transecto Espraiado**, sendo que os critérios para sua escolha serão expostos no Capítulo III – Procedimentos Metodológicos. A seguir serão dadas as principais características do meio físico da região de São Pedro e, quando possível, especificamente da bacia do Córrego Espraiado.

2 - Características climáticas, de vegetação e uso do solo

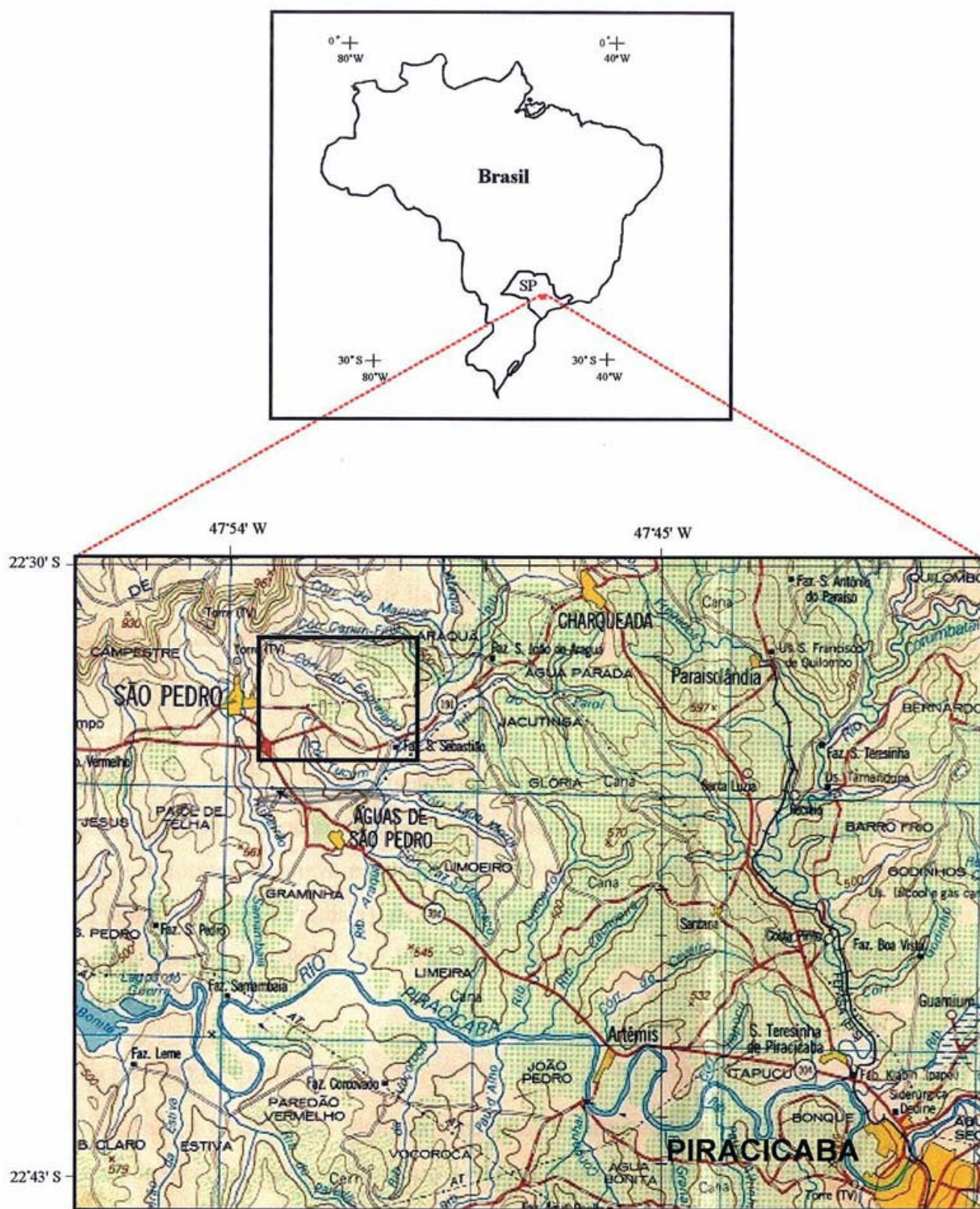
Na **região de São Pedro** o clima caracteriza-se pela definição de um período seco que se estende de abril a setembro, causado principalmente pela menor penetração do ar polar e à maior atuação da Massa Tropical Atlântica (MONTEIRO, 1973).

Segundo análise dos dados de 1958 a 1968 realizada por CONTI (1971), a média pluviométrica anual é de 1368 mm para a região, com 82,6% das chuvas no período de outubro a março. CAPELLARI (1995), a partir da análise dos dados de 1983 e 1984, calculou a média pluviométrica anual em 1459,8 mm, com a concentração das chuvas no mesmo período verificado por CONTI (1971).

Destaca-se ainda o cálculo do balanço hídrico para o período 1983 a 1993 feito por CAPELLARI (1995) para a região de São Pedro. Seus resultados apontaram o período de outubro a maio como o de maior excedente hídrico e o período de junho a setembro como o de retirada, deficiência e reposição hídrica.

Quanto à temperatura, CONTI (1971) obteve uma média anual de 21,4° C para a região, a partir da análise de dados referentes aos anos padrões de 1960, 1963 e 1966. Verificou-se ainda uma pequena amplitude térmica anual, com a média de 23,4° C para os meses mais quentes e 18° C para os meses mais frios.

FIGURA 1: Localização da Área de Estudo



Fonte: IBGE (1975)

Escala ~ 1:240.000



Bacia do Córrego Espreado

A cobertura vegetal original da região, assim como de toda a Depressão Periférica Paulista, é denominada de Mata Mesófila Semidecídua de Planalto (MARTINS, 1993) ou Floresta Latifoliada Tropical Semidecídua (BRASIL, 1960), caracterizada pela perda parcial das folhas na estação seca. Atualmente, esta formação vegetal cede lugar principalmente às pastagens, cultivos de cana-de-açúcar, havendo remanescentes de Mata Ciliar em algumas cabeceiras de drenagem. Na bacia do Córrego Espreado há, além dos usos citados, cultivo de eucaliptos e loteamentos populares.

3 -Características geológicas, geomorfológicas e pedológicas

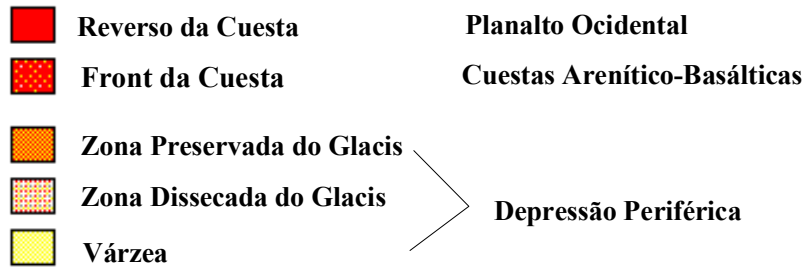
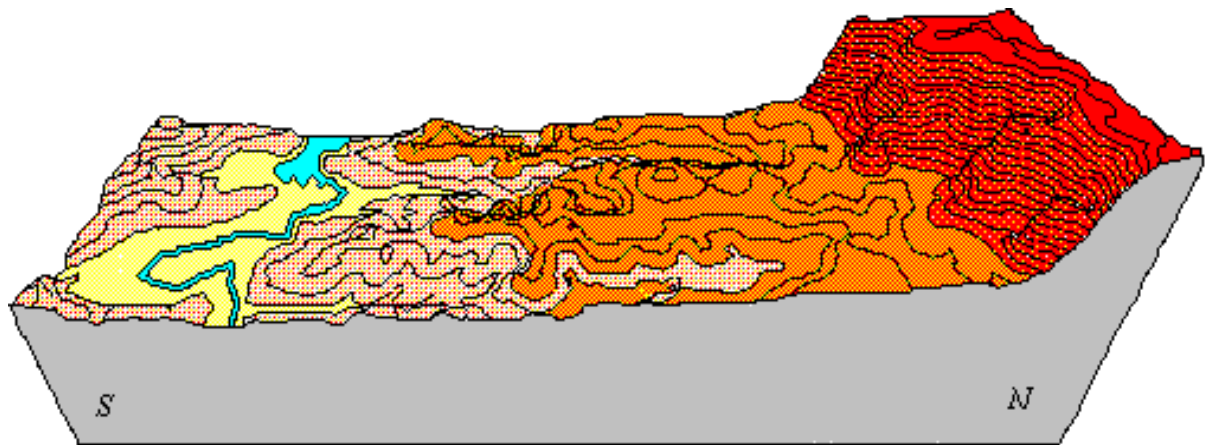
A **região de São Pedro** abrange áreas situadas em 3 macrocompartimentos geomorfológicos do estado de São Paulo: Planalto Ocidental, *Cuesta* Arenítico-Basáltica e Depressão Periférica Paulista (adaptado de ALMEIDA,1964). Do embasamento geológico fazem parte as formações Serra Geral, Botucatu e Pirambóia, todas mesozóicas, e a Formação Itaqueri, de idade controversa: cretácea ou cenozóica (ALMEIDA & BARBOSA, 1953; PONÇANO *et al.*, 1982; UNESP & DAEE, 1982; BARCELOS *et al.*, 1983).

A partir da Carta Geomorfológica de São Pedro (QUEIROZ NETO & JOURNAUX, 1977) e de seu memorial descritivo (COUTARD *et al.*, 1978), foram identificados 4 mesocompartimentos geomorfológicos na região, cada um com litologias, formas de relevo e solos característicos. São eles: reverso da *cuesta* (situado no Planalto Ocidental Paulista), *front* da *cuesta* (situado na *Cuesta* Arenítico-Basáltica), *glacis* e *várzea/terraços* do Rio Piracicaba (situados na Depressão Periférica Paulista) (Figura 2).

3.1 - Reverso da *Cuesta*

Indica o início do Planalto Ocidental e caracteriza-se por apresentar formas pouco dissecadas, havendo domínio geral de colinas. Destacam-se, porém, morrotes isolados e topos de interflúvios com cornijas, ambos sustentados por ferricretes e com níveis altimétricos mais elevados. Estes níveis de maior altitude constituem os divisores das drenagens dos sistemas do reverso da *cuesta* e da Depressão Periférica (COUTARD *et al.*, 1978).

FIGURA 2: Compartimentos Geomorfológicos da Região de São Pedro



Fonte: adaptado de CAPELLARI (1995)

Segundo ALMEIDA & BARBOSA (1953), estas colinas ocorrem sobre os sedimentos da Formação Itaqueri, constituída principalmente de arenitos com cimento argiloso e com granulação muito fina até conglomerática; em menor quantidade ocorrem folhelhos e conglomerados basais. O ambiente de sedimentação seria fluvial e muito enérgico, encontrando-se ainda leques aluviais (ALMEIDA & BARBOSA, 1953; FERNANDES & COIMBRA, 1996). A idade de deposição é controversa, já que ALMEIDA & BARBOSA (1953) e BARCELOS *et al.* (1983) consideram ser cretácea e PONÇANO *et al.* (1982), entre outros, consideram ser cenozóica.

Os solos desenvolvidos sobre estes sedimentos, nas colinas e morrotes do reverso, são principalmente os Latossolos Vermelho-Amarelos¹, caracterizados **nesta região** por terem textura média a muito argilosa e serem álicos, ácidos a muito ácidos e com teores de bases trocáveis muito baixos (DEMATTE & HOLOWAYCHUK, 1977a; IAC & IGC, 1989; IAC & EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, inédito).

Ocorrem, em menores proporções, Latossolos Vermelhos (Latosolos Roxos)² associados a pequenos afloramentos de basalto, rocha mais abundante no *front* da *cuesta*; estes solos são profundos, muito argilosos, distróficos e ácidos (IAC & IGC, 1989; OLIVEIRA, inédito).

3.2 - *Front da Cuesta*

Esta forma de relevo faz parte da escarpa da *Cuesta Arenítico-Basáltica* que limita a Depressão Periférica a oeste, sendo sustentada pelas formações Botucatu e Serra Geral (UNESP & DAEE, 1982). É conhecida localmente como Serra de São Pedro e apresenta direção principal leste-oeste, apesar de, em alguns trechos, destacar-se a direção norte-sul. Na região de São Pedro apresenta altitude máxima de cerca de 960m na borda do Planalto Ocidental e 640m no contato com o *glacis* e caracteriza-se pelo

¹ Os Latossolos Vermelho-Amarelos, assim denominados tanto pelas classificações antigas (CAMARGO *et al.*, 1987) quanto pela nova classificação de EMBRAPA (1999), constituem solos profundos pouco diferenciados, com sequência de horizontes A-Bw-C. O horizonte A é principalmente moderado, mas é comum encontrar o proeminente ou húmico. O horizonte Bw caracteriza-se por uma estrutura granular muito pequena ou microagregada, com teores de argila variáveis entre 15 a mais de 80%. O horizonte C geralmente apresenta um acréscimo nos teores de silte e pouco ou nenhuma estruturação pedológica (adaptado de OLIVEIRA *et al.*, 1992).

² Estes solos são denominados Latossolos Roxos nas classificações antigas (CAMARGO *et al.*, 1987) mas passaram a ser chamados de Latossolos Vermelhos pela nova classificação de EMBRAPA (1999). São solos profundos derivados de rochas básicas, com sequência de horizontes A-Bw-C; tais horizontes apresentam características gerais semelhantes aos horizontes dos LV, sendo porém normalmente mais argilosos e com maiores teores de Fe₂O₃ (OLIVEIRA *et al.*, 1992).

aspecto festonado devido, em parte, à ocorrência de vários anfiteatros de diferentes amplitudes (COUTARD *et al.*, 1978).

A Formação Botucatu, cuja deposição ocorreu entre o Jurássico Médio-Superior e o Cretáceo Inferior, corresponde a um conjunto de arenitos avermelhados, de granulação fina a média, quartzosos, friáveis, com grãos em geral arredondados e com boa esfericidade, apresentando superfícies foscas. A estrutura sedimentar predominante é a estratificação cruzada de grande porte, sendo comuns as estratificações acanaladas (PETRI & FÚLFARO, 1983). A litologia e a estrutura do arenito predominante sugerem origem eólica, com depósito por acreção de areia na frente de dunas em ambiente desértico (IPT, 1981; PETRI & FÚLFARO, 1983). A Formação Serra Geral, por sua vez, é formada por basaltos suportados pelas camadas da Formação Botucatu, originados a partir de eventos vulcânicos que ocorreram entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior. Estes basaltos apresentam textura intergranular fina a muito fina e são compostos principalmente por plagioclásio e piroxênio. Encontram-se interdigitados aos arenitos da Formação Botucatu, confirmando-se a persistência das condições desérticas durante o vulcanismo (IPT, 1981).

Neste compartimento, há muitos afloramentos das formações Botucatu e Serra Geral, formando geralmente cornijas. Contudo, é comum encontrar Neossolos Litólicos (Solos Litólicos)³ desenvolvidos tanto sobre arenito quanto sobre basalto ou diabásio, sendo ambos eutróficos e os últimos mais argilosos que os primeiros (IAC & IGC, 1989; IAC & EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, inédito).

3.3 - *Glacis*

Reconheceu-se a partir da Carta Geomorfológica de São Pedro (QUEIROZ NETO & JOURNAUX, 1977) e de seu memorial descritivo (COUTARD *et al.*, 1978), três zonas no *glacis*, diferenciadas de acordo com o grau de dissecação do relevo e a distribuição dos solos ao longo das vertentes: **Zona Preservada**, **Zona Dissecada** e **Zona de Transição** entre as duas anteriores. A seguir serão dadas informações detalhadas sobre as características geomorfológicas e pedológicas de cada uma destas zonas e, separadamente, sobre o embasamento geológico comum a todas; as

³ Estes solos são denominados de Litólicos nas classificações antigas (CAMARGO *et al.*, 1987) mas passaram a ser chamados de Neossolos Litólicos pela nova classificação de EMBRAPA (1999). Caracterizam-se por serem rasos, pouco desenvolvidos e compostos geralmente por um horizonte A, seguido de um horizonte de alteração-C, ou superposto diretamente sobre a rocha (OLIVEIRA *et al.*, 1992; IAC & IGC, 1989).

informações serão dadas de forma mais detalhada neste item pelo fato do *glacis* ser o mesocompartimento que engloba a bacia do Córrego Espraiado e, portanto, a área de estudo.

3.3.1 - Zona Preservada

Corresponde, de maneira geral, aos amplos interflúvios que se estendem a partir do sopé da *cuesta* arenítico-basáltica (Serra de São Pedro), principalmente no sentido sul. Apresenta relevo suave ondulado, amplos topos e predomínio de vertentes convexas, com baixas declividades e poucas descontinuidades de declive (adaptado de QUEIROZ NETO & JOURNAUX, 1977; COUTARD *et al.*, 1978).

No interflúvio entre os ribeirões do Meio e Samambaia, a oeste da bacia do Córrego Espraiado, a Zona Preservada caracteriza-se pela dominância de Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa)⁴ do topo ao terço inferior das vertentes (OLIVEIRA, 1992; CAPELLARI, 1995; OLIVEIRA, 1997b). No Neossolo Quartzarênico (Areias Quartzosas) desta área domina a fração areia fina, seguida pela areia grossa; nota-se ainda um pequeno aumento dos percentuais de argila e uma pequena diminuição dos valores totais de areia em profundidade (DEMATTE & HOLOWAYCHUK, 1977a; OLIVEIRA, inédito). Destaca-se ainda que a fração argila destes solos compõe-se predominantemente de caulinita (67 a 83%), havendo ainda quantidade significativa de amorfos (10 a 21%), além de gibbsita (3 a 6%), vermiculita (1 a 6%) e mica (0 a 2%) (DEMATTE & HOLOWAYCHUK, 1977b).

Os dados químicos obtidos por DEMATTE & HOLOWAYCHUK (1977a) e OLIVEIRA (inédito) mostram que os Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) desta área são ácidos a muito ácidos, apresentam baixos teores de carbono orgânico-C (valores < 0,6 %) e são distróficos; conforme OLIVEIRA (inédito), são álicos e de acordo com DEMATTE & HOLOWAYCHUK (1977a) apresentam baixa Capacidade de Troca Catiônica-CTC (1,5 e 6,8 meq./100g ou 15 a 68 Mmolc/Kg⁻¹ de solo).

De acordo com FURQUIM (1997), a Zona Preservada do *Glacis* aproxima-se mas não abrange diretamente a *bacia do Córrego Espraiado*, onde está localizado o transecto Espraiado.

⁴ Solos já citados no Capítulo I – Introdução.

3.3.2 - Zona de Transição

Situa-se entre a Zona Preservada e a Zona Dissecada. Quando comparada à Zona Preservada, apresenta interflúvios mais estreitos e com menores altitudes e vertentes com maiores declividades e maior quantidade de descontinuidades de declive (QUEIROZ NETO & JOUNAUX, 1977; COUTARD *et al.*, 1978).

No *interflúvio entre os Ribeirões Samambaia e do Meio* (a oeste da bacia do Córrego Espraiado), os solos das áreas correspondentes à Zona de Transição distribuem-se da seguinte forma: os Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) normalmente permanecem nos topos e, nas vertentes, são substituídas lateralmente por Argissolos Vermelho-Amarelos (Podzólicos Vermelho-Amarelos)⁵ ou por Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) (OLIVEIRA, 1992; CAPELLARI, 1995; DIAS FERREIRA, 1997; OLIVEIRA, 1997b). A transição entre Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) e Argissolos Vermelho-Amarelos (Podzólicos Vermelho-Amarelos) ocorre muitas vezes a partir do aparecimento de bandas onduladas, como demonstraram DIAS FERREIRA (1997) e OLIVEIRA (1997a) na bacia do Retiro, conforme já citado no Capítulo I - Introdução.

Na Zona de Transição deste interflúvio, os Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) apresentam características granulométricas, químicas e mineralógicas muito semelhantes às presentes na Zona Preservada (DEMATTE & HOLOWAYCHUK, 1977a e 1977b; OLIVEIRA, inédito), assim como os Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) assemelham-se aos do *front da cuesta*; há, entretanto, predominância de Litólicos com textura arenosa por estes estarem desenvolvidos sobre as rochas da Formação Pirambóia (IAC & IGC, 1989; IAC & EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, inédito). Os Argissolos Vermelho-Amarelos (Podzólicos Vermelho-Amarelos) na região de São Pedro são predominantemente ácidos, álicos ou distróficos e com argila de atividade baixa; possuem um horizonte E de textura arenosa, sobrejacente a um horizonte Bt de textura média e com estrutura subangular média (DEMATTE & HOLOWAYCHUK, 1977a; OLIVEIRA, inédito).

O estudo realizado por FURQUIM (1997) permite fornecer informações específicas sobre a morfologia /morfometria do modelado e a distribuição dos solos nas áreas correspondentes à Zona de Transição na *bacia do Córrego Espraiado* (situada a

⁵ Solos já citados no Capítulo I - Introdução

leste do interflúvio entre os ribeirões do Meio e Samambaia, estudado pelos autores citados nos 2 parágrafos anteriores). Estas áreas constituem maioria na bacia, abrangendo sua margem direita e o trecho superior da sua margem esquerda, onde especificamente situa-se o transecto Espraiado (Figuras 3, 4, 5 e 6).

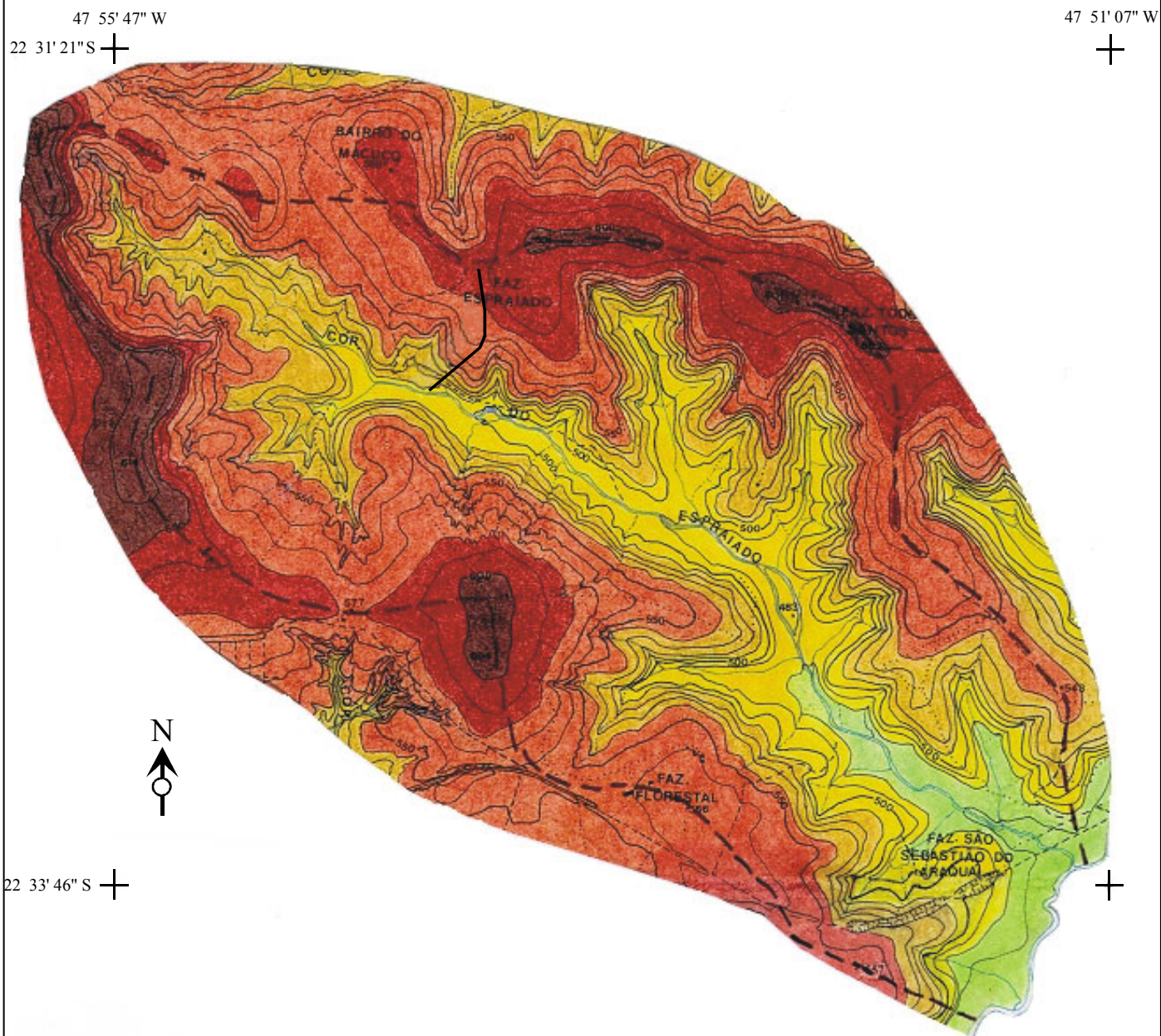
De acordo com a Carta Hipsométrica, Carta de Declividade, Esboço Morfológico e Esboço Pedológico, confeccionados por FURQUIM (1997) e apresentados no presente trabalho como Figuras 3, 4, 5 e 6, respectivamente, a Zona de transição na bacia do Córrego Espraiado caracteriza-se, em maioria, por apresentar **altitudes** entre 540 e 600 m; **topos** limitados por mudanças de declive; **terços superior e médio das vertentes** com baixas e médias declividades (5% ou 2°52' a 20% ou 11°28') e com unidades morfológicas essencialmente convexas, delimitadas por poucas mudanças de declive; e **terço inferior das vertentes** geralmente com altas declividades (>20 % ou 11°28') e com unidades morfológicas côncavas e retilíneas, delimitadas principalmente por muitas rupturas de declive.

Pelas Figuras 3 a 6, nota-se que há uma importante associação entre a distribuição dos solos e o padrão morfológico/morfométrico dominante na bacia do Córrego Espraiado, já que geralmente ocorre: **Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa)** nas áreas com baixas e médias declividades e com dominância de mudanças de declive, ou seja, nos topos e terços superior e médio das vertentes; e a associação entre **Neossolo Litólico (Solo Litólico)** e **Gleissolo (Solo Gle)**⁶ nas áreas com altas declividades e com dominância de rupturas de declive, ou seja, no terço inferior das vertentes. Há, entretanto, a ocorrência de **Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) com bandas** no terço médio de parte das vertentes localizadas na margem esquerda da bacia.

Cabe destacar que na pesquisa de FURQUIM (1997), o transecto escolhido para ser estudado no presente trabalho (transecto Espraiado) segue o padrão morfológico/morfométrico e a distribuição dos solos descritos nos 2 parágrafos acima, ressaltando-se que no terço médio pode ocorrer tanto **Neossolo Quartzarênico**

⁶ Estes solos são denominados de Solos Glei nas classificações antigas (CAMARGO *et al.*, 1987) mas passaram a ser chamados Gleissolos pela nova classificação de EMBRAPA (1999). Caracterizam-se pela presença de um horizonte A seguido de horizonte glei, geralmente com excesso de água permanente ou temporário (OLIVEIRA *et al.*, 1992; QUEIROZ NETO, 1968). Estes solos são húmicos quando o horizonte A é turfoso, chernozêmico ou húmico com mais de 20 cm de espessura; os solos pouco húmicos geralmente possuem horizonte moderado. O horizonte glei (g) caracteriza-se por cores cinzentas, esverdeadas ou azuladas presentes em colorido uniforme ou em mosqueamento, resultantes da intensa redução do ferro (OLIVEIRA *et al.*, 1992).

FIGURA 3 - Carta Hipsométrica da Bacia do Córrego Espraiado



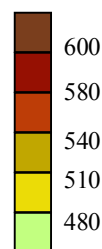
PRINCIPAIS ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS

- Cidade
- Propriedade Rural
- Construção Rural
- Estrada Pavimentada
- Estrada sem Pavimentação
- Caminho / Carreador
- Curvas de Nível
- Pontos Cotados
- Corte
- Curso d'água Perene
- Curso d'água Intermitente
- Lago/ Lagoa

- SÃO PEDRO**
- FAZ. ESPRAIADO**
- 600
- 601

- Limite da Bacia Hidrográfica do Córrego Espraiado
- Transecto Espraiado

ALTITUDES (metros)



Equidistância das Curvas de Nível: 10 m

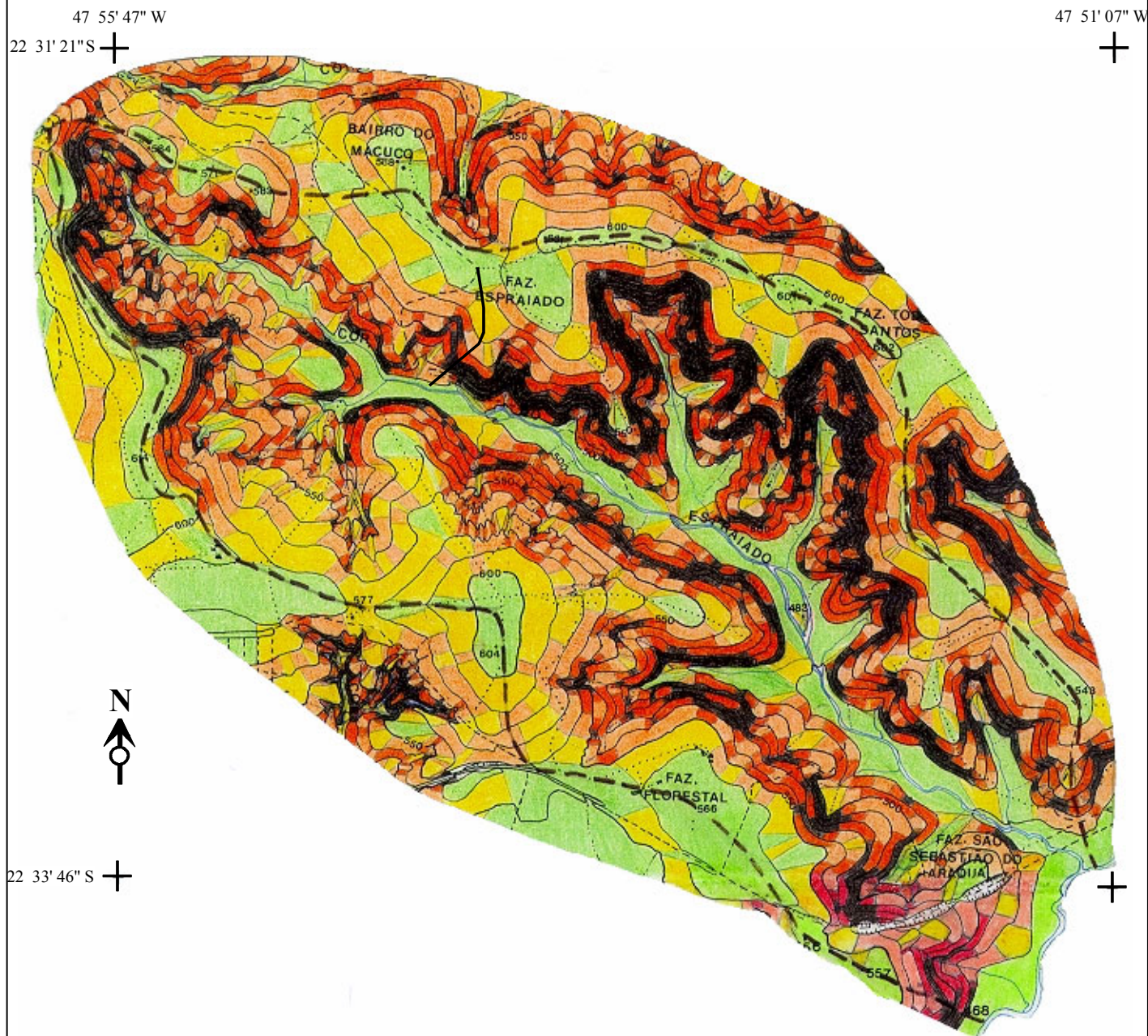
320 0 320 640 960 m



Escala: 1:32.000

FONTE: adaptado de FURQUIM (1997)

FIGURA 4 - Carta Clinográfica da Bacia do Córrego Espraiado



PRINCIPAIS ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS

- Cidade
- Propriedade Rural
- Construção Rural
- Estrada Pavimentada
- Estrada sem Pavimentação
- Caminho / Carreador
- Curvas de Nível
- Pontos Cotados
- Corte
- Curso d'água Perene
- Curso d'água Intermitente
- Lago/ Lagoa

- SÃO PEDRO**
- FAZ. ESPRAIADO**
- 600
- 601

- Limite da Bacia Hidrográfica do Córrego Espraiado
- > Transecto Espraiado

DECLIVIDADES (%)

- 5 (2 52')
- 10 (5 44')
- 20 (11 28')
- 40 (22 55')

Equidistância das Curvas de Nível: 10 m

320 0 320 640 960 m

Escala: 1:32.000

FONTE: adaptado de FURQUIM (1997)

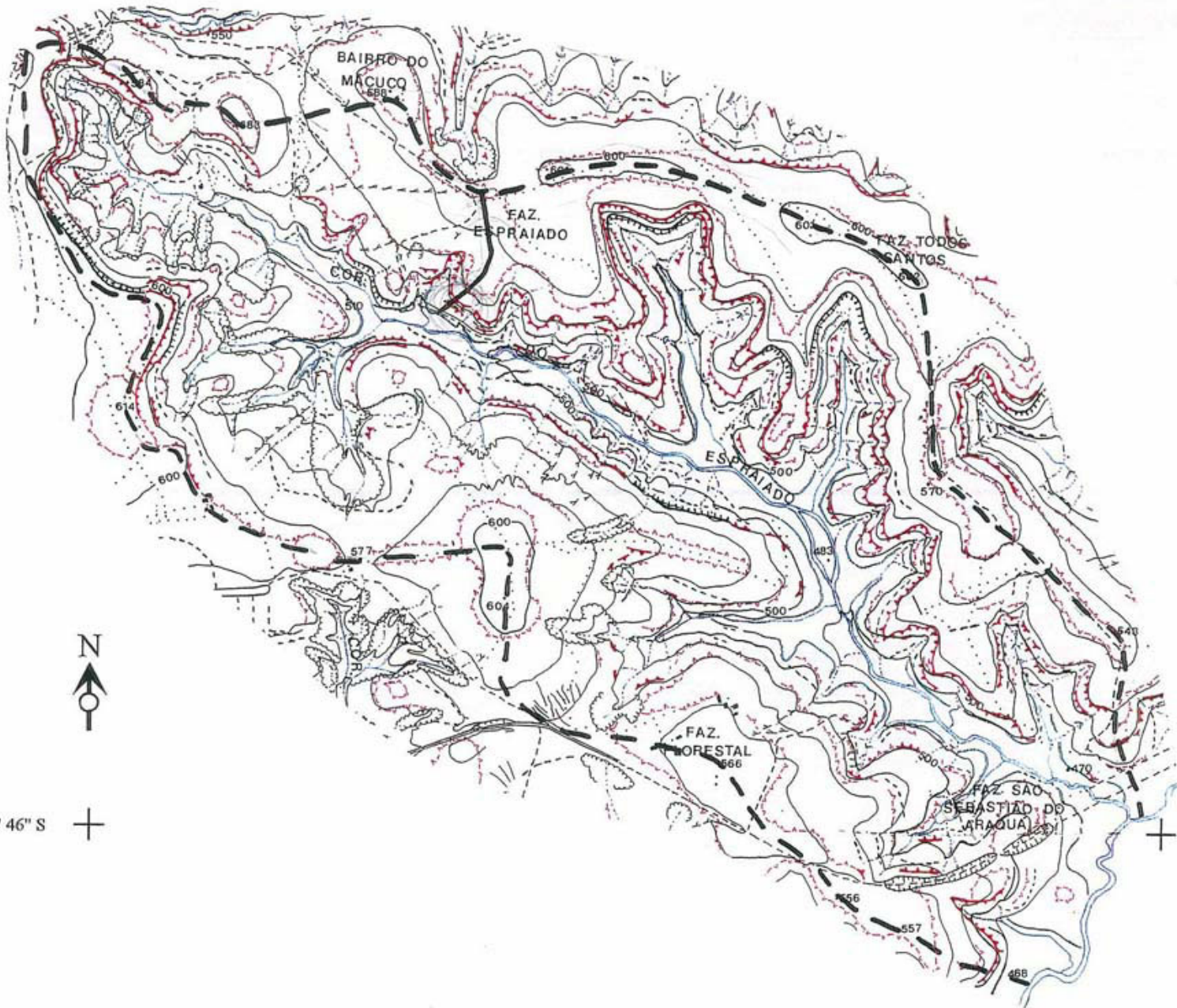
FIGURA 5 - Esboço Morfológico da Bacia do Córrego Espraiado

47° 55' 47" W

22° 31' 21" S

47° 51' 07" W

+



22° 33' 46" S

PRINCIPAIS ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS

- Cidade
- Propriedade Rural
- Construção Rural
- Estrada Pavimentada
- Estrada sem Pavimentação
- Caminho / Carreador
- Curvas de Nível
- Pontos Cotados
- Corte
- Curso d'água Perene
- Curso d'água Intermitente
- Lago/ Lagoa

- SÃO PEDRO**
FAZ. ESPRAIADO
- - ====
 -
 -
 - 600
 - 601
 - ▬
 - ▬

Equidistância das Curvas de Nível: 20 m

- Limite da Bacia Hidrográfica do Córrego Espraiado
- > Transecto Espraiado

320 0 320 640 960 m

Escala: 1:32.000

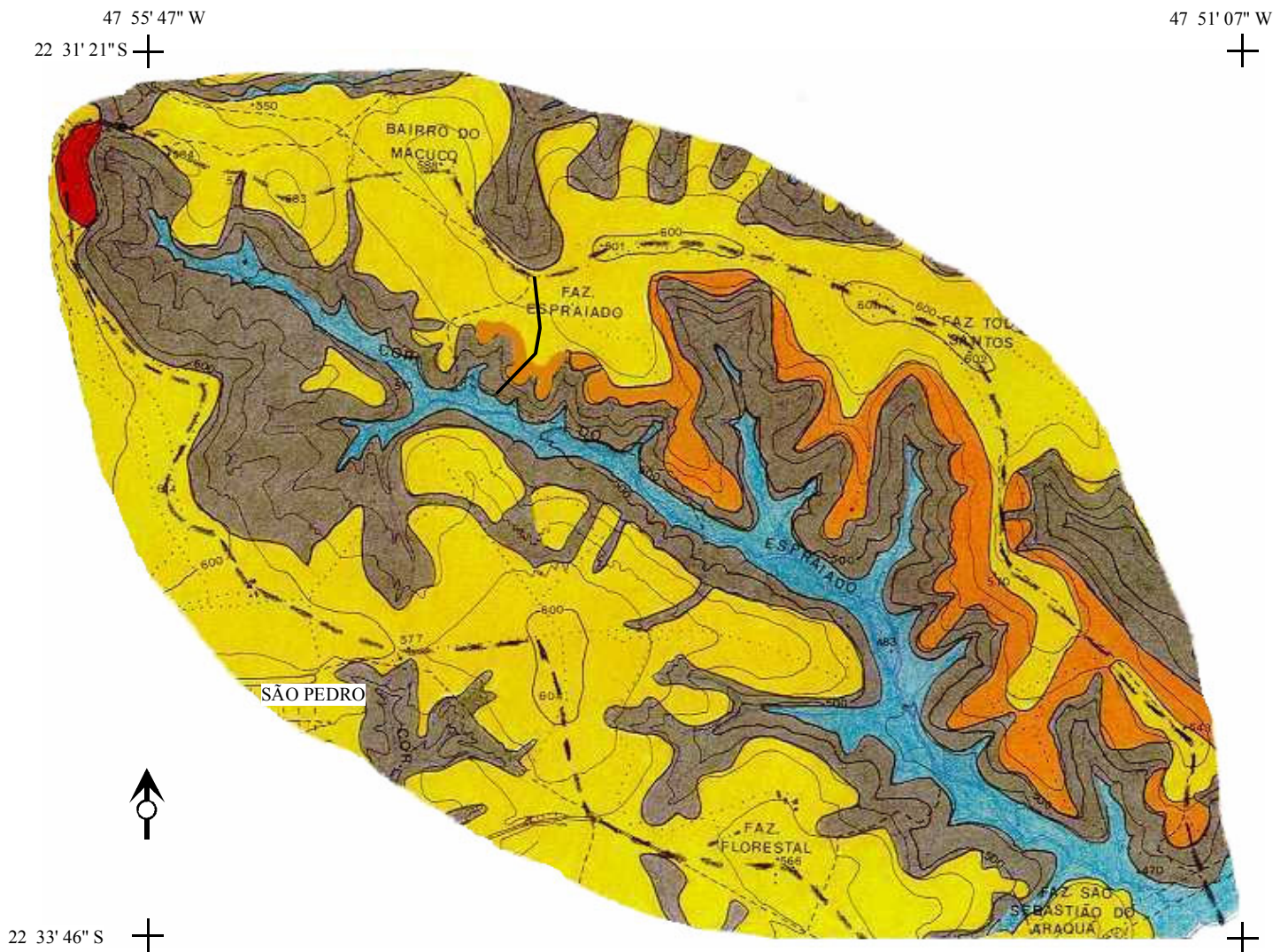
ELEMENTOS DE MORFOLOGIA DO MODELADO

- Cornija
- Principais Divisores de Água
- Ruptura de Declive Convexa
- Ruptura de Declive Côncava
- Mudança de Declive Convexa
- Mudança de Declive Côncava
- Voçoroca
- Ravina
- Sulco
- Vale em V aberto
- Vale em V fechado
- Vale Dissimétrico
- Vale em Berço

- ▬
-
-
-
-
-
- ▬
- ▬
- >>>
- >>>
- >>>
- >>>

FONTE: adaptado de FURQUIM (1997)

FIGURA 6 - Esboço Pedológico da Bacia do Córrego Espraiado



PRINCIPAIS ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS

- Cidade
- Propriedade Rural
- Construção Rural
- Estrada Pavimentada
- Estrada sem Pavimentação
- Caminho / Carreador
- Curvas de Nível
- Pontos Cotados
- Corte
- Curso d'água Perene
- Curso d'água Intermitente
- Lago/ Lagoa

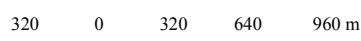
- SÃO PEDRO**
- FAZ. ESPRAIADO**
- 601
- 600

- Limite da Bacia Hidrográfica do Córrego Espraiado
- > Transecto Espraiado

UNIDADES DE MAPEAMENTOS DE SOLOS

- Latossolo Vermelho
- Neossolo Quartzarênico
- Neossolo Quartzarênico com bandas
- Neossolo Litólico + Gleissolo
- Neossolo Flúvico + Gleissolo

Equidistância das Curvas de Nível: 20 m



Escala: 1:32.000

FONTE: adaptado de FURQUIM (1997)

(Areia Quartzosa) quanto **Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) com bandas** (Figuras 5 e 6).

3.3.3 - Zona Dissecada

Situa-se ao sul e/ou a leste da Zona de Transição; nesta zona dominam os interflúvios estreitos e com menores altitudes do que nas zonas anteriores, e vertentes com médias e altas declividades (10% ou 5°44' a >20 % ou 11°28'), com várias rupturas de declive (QUEIROZ NETO & JOURNAUX, 1977; COUTARD *et al.*, 1978).

No interflúvio entre os Ribeirões Samambaia e do Meio (a oeste da bacia do Córrego Espreado), os Argissolos Vermelho-Amarelos (Podzólicos Vermelho-Amarelos) e/ou os Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) predominam tanto nos topos quanto nas vertentes nesta zona (OLIVEIRA, 1992; CAPELLARI, 1995; OLIVEIRA, 1997b), e possuem características granulométricas, químicas e mineralógicas semelhantes às presentes nas mesmas classes de solos situadas na Zona de Transição (DEMATTE & HOLOWAYCHUK, 1977a e 1977b; IAC & IGC, 1989; IAC & EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, inédito).

De acordo com a pesquisa realizada por FURQUIM (1997), a Zona Dissecada na bacia do Córrego Espreado abrange os trechos médio e inferior de sua margem esquerda. A partir da Carta de Declividade (Figura 4) e do Esboço Morfológico (Figura 5) confeccionados por esta autora, a morfologia/morfometria da Zona Dissecada na bacia do Córrego Espreado caracteriza-se, em maioria, por apresentar: **topos** limitados por mudanças convexas; **terço superior** das vertentes com declividades médias (10% ou 5°44' a 20% ou 11°28') e com unidades morfológicas convexas, delimitadas por muitas cornijas e rupturas; e **terço médio e inferior** das vertentes com altas declividades (>20 % ou 11°28') e com muitas unidades morfológicas côncavas e retilíneas, delimitadas por extensas e contínuas rupturas de declive, muitas vezes localizadas em bordas de cabeceiras.

O Esboço Pedológico (Figura 6) realizado por FURQUIM (1997), mostra que a Zona Dissecada na bacia do Córrego Espreado apresenta a seguinte distribuição dos solos: **Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa)** nos topos, **Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) com bandas** nas áreas com declividades médias (10% ou 5°44' a 20% ou 11°28'), ou seja, no terço superior das vertentes, e associação

entre **Neossolo Litólico (Solo Litólico)** e **Gleissolo (Solos Gleis)** nas áreas com altas declividades, ou seja, nos terços médio e inferior das vertentes (Figura 6).

3.3.4 - Formação Pirambóia

Apesar de todas estas diferenças de morfologia do modelado e de distribuição dos solos, as três zonas do *glacis* assentam-se sobre o mesmo embasamento geológico: os sedimentos da Formação Pirambóia, do Grupo São Bento (UNESP & DAEE, 1982). Tais sedimentos, cuja deposição parece ter ocorrido entre o Triássico Médio e o Jurássico Inferior, foram inicialmente interpretados como de ambientes fluviais, devido principalmente ao menor grau de seleção e arredondamento dos grãos e menor maturidade mineralógica que os sedimentos da Formação Botucatu, esta sim de origem eólica (SOARES, 1975).

No entanto, CAETANO CHANG *et al.* (1991) em São Pedro e BRIGHETTI (1994) em Rio Claro reinterpretaram as fácies características desta Formação de acordo com conhecimentos sedimentológicos mais recentes, identificando depósitos eólicos de dunas, interdunas e lençóis de areia, associados a depósitos fluviais localizados, caracterizando assim um contexto paleodeposicional essencialmente eólico. As características de cada uma destas fácies, expostas a seguir, são especificamente da região de São Pedro, descritas por CAETANO CHANG *et al.* (1991).

Os *depósitos de dunas* apresentam granulometria fina e média e estrutura sedimentar com estratificações cruzadas de baixo a alto ângulo. Os *depósitos de lençol de areia* possuem laminações entre areia grossa e fina e estratificação cruzada de baixo ângulo a subhorizontal. As *interdunas* são predominantemente úmidas, caracterizadas pela presença de estratificações plano-paralelas subhorizontais, com comum laminação entre areias médias-grossas e areias finas-muito finas, intercalando espaçadamente lâminas silto-argilosas; subordinadamente ocorrem depósitos de interdunas do tipo aquosas, com sucessões de camadas de lamitos pouco espessas intercaladas à arenitos eólicos bem selecionados. Por fim, as *fácies fluviais* possuem pequena extensão e espessura, apresentando granulação muito fina a fina e, como estruturas sedimentares dominantes, estratificações cruzadas de menor porte que as de depósitos eólicos. Cabe destacar que BRIGHETTI (1994), em Rio Claro, identificou que os depósitos de dunas possuem cimento ferruginoso e silicoso e que nas fácies de lençóis de areia, interdunas úmidas e fluviais dominam o cimento ferruginoso.

WU & SOARES (1974) identificaram os principais minerais pesados presentes na Formação Pirambóia, sendo estes: turmalina, estauroлита, zircão, granada, epídoto, piroxênio, magnetita, ilmenita, leucóxênio, hematita e limonita. A maior parte destes minerais apresentam grãos arredondados a bem arredondados, sendo raros os grãos angulares a subangulares. Quanto aos minerais leves, estes autores destacam o quartzo, que raramente encontra-se em teores menores que 95%; CAETANO CHANG & WU (1992), contudo, destacam também o feldspato, que pode ser encontrado em teores entre 5 e 10%.

De acordo com SOARES (1975), o contato desta formação com a Formação Botucatu ocorre por uma brusca mudança litológica: sobre arenitos muito finos e com laminação plano-paralela da Formação Pirambóia ocorrem arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada da Formação Botucatu. Na região de São Pedro, DUARTE (1980) identificou neste contato uma concentração de seixos em uma superfície irregular.

3.4 - Várzea e terraços do Rio Piracicaba

A várzea do Rio Piracicaba, com largura de 3,5 km na margem direita e 2,5 Km na esquerda, está associada a um sistema bem individualizado de terraços, ocorrendo ainda meandros abandonados e diques marginais. Esta ampla planície aluvial encontra-se ocupada por depósitos aluviais holocênicos, muitas vezes recobertos por Gleissolos (Solos Gleí) (COUTARD *et al.*, 1978). Nestas áreas ocorrem Gleissolos (Solos Gleí) húmicos ou pouco húmicos, com predominância da fração areia fina (40 a 42%); são ácidos a fortemente ácidos e predominantemente distróficos (OLIVEIRA, inédito).

III - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1 - Panorama geral do procedimentos

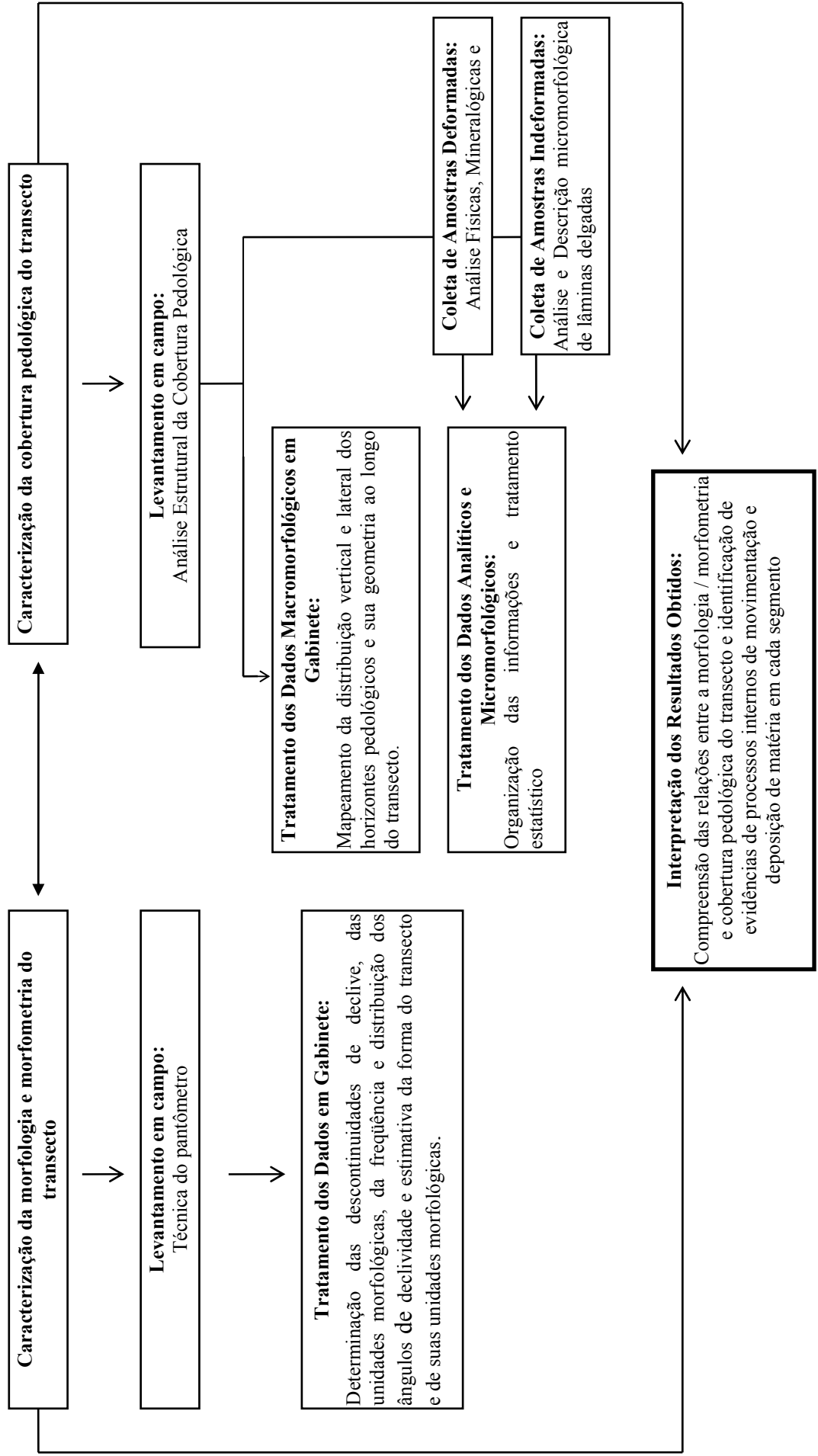
Neste item serão expostas, de maneira geral, as principais etapas e procedimentos utilizados na pesquisa, ilustrados de forma esquemática na Figura 7. Informações mais detalhadas sobre cada procedimento adotado serão dadas nos próximos itens deste capítulo.

Em um primeiro momento foi necessário definir precisamente a área de estudo. Optou-se pelo estudo de uma vertente localizada na margem esquerda do setor montante da bacia do Córrego Espraiado, conforme já citado. Esta bacia foi eleita principalmente por já possuir um levantamento morfológico e pedológico em escala 1:25.000, realizado por FURQUIM (1997), fato que determinou a escolha das áreas específicas a serem estudadas neste trabalho. Assim, a partir do trabalho de FURQUIM (1997), procurou-se selecionar vertentes localizadas na Zona de Transição do *Glacis* com a finalidade de estudar padrões em parte semelhantes ora à Zona Preservada ora à Zona Dissecada, o que por um lado poderia possibilitar uma maior diversificação de feições evidenciadoras de processos de movimentação de matéria no interior dos solos e, por outro, poderia fornecer resultados comparáveis aos obtidos por DIAS FERREIRA (1997) e OLIVEIRA (1997a) na bacia do Retiro, também localizada nesta zona do *glacis*.

Para tanto, efetuou-se inicialmente uma análise da bacia do Córrego Espraiado por meio das Cartas Hipsométrica, Clinográfica, Morfológica e Pedológica produzidas por FURQUIM (1997). Percorreu-se então a área desta bacia em trabalho de campo a fim de encontrar vertentes de fácil acesso, dentre as selecionadas em gabinete. Várias foram encontradas, mas apenas uma vertente, cujo transecto levantado foi então denominado Espraiado, foi considerada apta para a pesquisa por ser uma das únicas na bacia que não foi ocupada por loteamentos ou por antigos cultivos de cana de açúcar, fatores responsáveis por alterarem substancialmente a morfologia do modelado e os solos da área.

Dois principais aspectos foram investigados em detalhe no presente trabalho: a morfometria/morfologia e as características dos solos do transecto. Inicialmente, foram realizados os levantamentos morfométricos e morfológicos de campo, com a finalidade

FIGURA 7: Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos



de caracterizar com precisão os aspectos qualitativos e quantitativos relacionados à forma do transecto. Para tanto, utilizou-se a técnica do pantômetro, escolhida devido à exatidão de seus resultados, à compatibilidade com a escala de detalhe adotada neste trabalho e pela possibilidade de realizar um tratamento quantitativo com os dados coletados, a fim de subsidiar a caracterização morfológica. Os dados obtidos em campo foram tratados em gabinete, permitindo a identificação das descontinuidades de declive, a delimitação das unidades morfológicas, a determinação da frequência e distribuição dos ângulos de declividade e, finalmente, a estimativa da forma do transecto e de suas unidades morfológicas.

Com a caracterização detalhada da morfometria/morfologia em mãos, partiu-se para o levantamento macromorfológico da cobertura pedológica do transecto. Este levantamento foi realizado a partir da metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, escolhida neste trabalho por possibilitar uma visão dos solos como um meio contínuo ao longo das vertentes e com progressivas diferenciações verticais e laterais e não mais como perfis verticais isolados (QUEIROZ NETO, 1988). Assim, as relações entre morfometria/morfologia e distribuição dos solos no transecto seriam detectadas com maior precisão, facilitando atingir os objetivos deste estudo.

O levantamento da cobertura pedológica em campo possibilitou mapear a distribuição vertical e lateral dos horizontes pedológicos e sua geometria ao longo do transecto. Nestes levantamentos foram coletadas amostras deformadas para a realização de análises físicas, mineralógicas e químicas em laboratório e amostras indeformadas para a descrição e análise micromorfológica em microscópio óptico.

As análises físicas, mineralógicas e químicas foram realizadas pela possibilidade de fornecer informações sobre as características dos solos levantados, sobre possíveis locais de maior perda e de acúmulo absoluto ou relativo de certos constituintes, sobre as condições físico-químicas ao longo da cobertura pedológica do transecto, as quais são em grande parte responsáveis pela determinação da movimentação de matéria no interior dos solos, e sobre a idade relativa dos solos da alta a baixa vertente. Em gabinete estes dados receberam um tratamento estatístico.

Já a descrição e análise micromorfológica foi fundamental na medida em que auxiliou na compreensão dos processos envolvidos na movimentação de matéria no interior da cobertura pedológica, já que muitos processos podem ser detectados apenas

na escala microscópica. Após a descrição no microscópio, os dados obtidos foram selecionados e organizados conforme as necessidades da pesquisa.

Em posse de todos os dados macromorfológicos, micromorfológicos e analíticos da cobertura pedológica, realizou-se a classificação dos solos conforme os critérios estabelecidos por EMBRAPA (1999). Esta etapa mostrou-se importante pela possibilidade de organização dos dados obtidos, facilitando a comparação entre eles na apresentação dos resultados. Além disto, a classificação dos solos facilita a comparação dos resultados entre vários trabalhos de pesquisa.

Obviamente todas as etapas foram permeadas pela leitura de bibliografias especializadas nas temáticas abordadas e nas técnicas utilizadas, obtidas em bibliotecas de várias instituições, tais como Laboratório de Pedologia/Departamento de Geografia/USP, Departamento de Geografia/USP, Instituto de Geociências/USP, Instituto de Geociências/UNICAMP, ESALQ/USP e bibliotecas centrais das seguintes universidades norte-americanas: University of Oregon State, University of Wisconsin e Indiana University - Purdue University Indianapolis.

Cabe destacar que se estabeleceu uma constante interrelação entre os dados macromorfológicos, micromorfológicos e analíticos e, entre estes e os morfométricos/morfológicos, não apenas no final mas também no decorrer do trabalho.

2. Caracterização morfométrica e morfológica do transecto Espreado

A caracterização morfométrica refere-se aos dados quantitativos referentes às formas do relevo, como o comprimento e declividade, enquanto a caracterização morfológica refere-se aos dados qualitativos das formas, como por exemplo a sua classificação em côncava, retilínea ou convexa. No presente trabalho os dados qualitativos foram ora alicerçados, ora corroborados pelos dados quantitativos, conforme será exposto ao longo deste item. Esta postura baseia-se parcialmente em CHORLEY (1964), o qual afirma que apenas um método preciso de campo pode fornecer informações detalhadas sobre as formas das vertentes, já que o olho humano é extremamente deficiente em estimar ângulos e formas.

Cabe destacar que o termo transecto foi utilizado neste trabalho já que é definido por YOUNG (1972) como uma linha ao longo da superfície do solo que não segue inteiramente a linha de maior declive da vertente. No caso do transecto Espreado, o

traçado nos terços médio e inferior segue o maior declive da vertente mas, no terço superior, foi realizado um leve desvio, principalmente devido à presença de construções rurais, que representaram obstáculos ao levantamento.

2.1 - Levantamento morfométrico em campo: o pantômetro

O levantamento em campo dos dados morfométricos (declividade e comprimento) do transecto Espraiado foi realizado em 3 dias de trabalho, a partir da utilização do pantômetro, aparelho que permite a medição do ângulo de inclinação a cada 1,5 metros aproximadamente, em uma seqüência localizada, em geral, na linha de maior declividade da vertente.

Idealizado por PITTY (1968) e adaptado por COLTRINARI (1980), o pantômetro é formado por duas barras verticais e duas horizontais de 1,5m de comprimento, presas em suas extremidades por parafusos de modo a assemelhar-se a um paralelogramo. No contato entre uma barra vertical e a barra horizontal superior há um transferidor, responsável pelo registro do ângulo de inclinação, e um nível de bolha, necessário para manter a posição vertical das barras (COLTRINARI, 1980) (Foto 1).

Para efetuar a coleta dos dados com o pantômetro deve-se inicialmente definir o traçado parcial ou total a ser seguido na vertente e, posteriormente, medir sua orientação com a bússola; este traçado costuma ser marcado no terreno por uma corda presa a uma série de estacas localizadas a intervalos regulares. Para a medição do ângulo propriamente dita deve-se posicionar o pantômetro paralelo à corda, com a barra vertical que possui o transferidor a montante e em posição vertical (para tanto, usar o nível de bolha); em seguida, realiza-se a leitura do ângulo de inclinação registrado pela barra horizontal superior (Foto 1). Para uma nova leitura, deslocar a barra vertical com o transferidor na posição em que estava a outra barra vertical e efetuar os mesmos procedimentos.



Foto: Sheila Furquim

Foto 1: O pantômetro é formado por duas barras verticais (V1 e V2) e duas barras horizontais (H1 e H2) de aproximadamente 1,5 m de comprimento, formando um paralelogramo. O registro do ângulo é realizado pelo transferidor, localizado no contato entre a barra vertical V-1 e a barra horizontal H-1.

2.2 - Caracterização morfométrica e morfológica em gabinete

2.2.1 - *Plotagem do transecto*

Cada um dos 447 dados de ângulos de declividade obtidos com a utilização do pantômetro no transecto Espraiado passou inicialmente por uma correção da distância medida pelo aparelho, já que esta varia em função do cosseno, sendo então tanto menor que 1,5 metros quanto maior for o valor do ângulo registrado em cada leitura. A seguinte fórmula expressa o valor real da distância medida: $L\cos\alpha$, sendo que L é o comprimento medido (1,50 m) e α é o ângulo medido (FINLAYSON & STATHAM, 1980).

Os dados de ângulos corrigidos foram plotados em transecto no programa computacional Excel, através da utilização de um gráfico de dispersão; este gráfico foi então transportado para o programa computacional Design, onde adquiriu o formato da Figura 10 - Morfologia do Transecto Espraiado, que será apresentada no Capítulo IV - Resultados.

2.2.2 - *Identificação das discontinuidades de declive e delimitação das unidades morfológicas*

Com a Figura 10 em mãos, definiu-se as discontinuidades de declive e as unidades morfológicas presentes, com o intuito de correlacioná-las com as variações laterais dos solos. Cabe destacar que as unidades morfológicas são definidas como superfícies planas (retilíneas), denominadas facetas, ou curvas (convexas ou côncavas), denominadas segmentos, que compõem o modelado, sendo delimitadas pelas discontinuidades de declive, sejam estas mudanças ou rupturas (SAVIGEAR, 1965). DOORNKAMP & COOKE (1990) definem as mudanças de declive como discontinuidades curvas (convexas ou côncavas), em que a declividade muda de maneira gradual; já as rupturas de declive são discontinuidades angulares (convexas ou côncavas), que indicam mudanças abruptas nos valores de declividade.

Neste trabalho, as localizações das mudanças e rupturas de declive no transecto iniciaram-se de forma qualitativa, a partir da estimativa visual (a partir da Figura 10) e da experiência adquirida em campo. Contudo, estas localizações iniciais sofreram pequenos deslocamentos e obtiveram maior precisão através da análise quantitativa da seqüência dos ângulos de inclinação coletados com o pantômetro. Tal análise mostrou

que as discontinuidades de declive obedecem a um padrão numérico pois correspondem às seguintes diferenças entre duas medidas de ângulos consecutivas: 7° a 8° para as mudanças e 8,5° a 15,5° para as rupturas. Além disto, todas as discontinuidades identificadas apresentam uma mudança de padrão numérico entre os dados anteriores e posteriores à diferença de ângulo encontrada. Por exemplo, na seqüência 14°, 15°, **12,5°**, **24°**, 23°, 24°, 25° há uma ruptura de declive pelo fato de haver uma diferença de 11,5° entre os números em negrito e por haver uma mudança de padrão numérico entre os dados anteriores ao 12,5° e posteriores ao 24°. Neste sentido, diferenças de ângulo isoladas maiores que 7° encontradas em pontos do transecto não foram delimitadas como mudanças e rupturas por não apresentarem aumento ou diminuição significativa do ângulo vertente abaixo.

Com a delimitação das mudanças e rupturas de declive, foram definidas as unidades morfológicas presentes no transecto.

2.2.3 - Determinação da freqüência e distribuição dos ângulos de declividade

Analisou-se a freqüência e a distribuição de 447 ângulos de declividade coletados, envolvendo o cálculo da média, moda e mediana geral do transecto. Em seguida, foram analisadas as freqüências de ângulos e calculou-se a média, moda e mediana separadamente para as principais unidades morfológicas do transecto, sendo possível caracterizar seus diferentes padrões morfométricos.

2.2.4 - Estimativa da forma do transecto e de suas unidades morfológicas

A partir dos dados de ângulos estimou-se a forma geral (convexo, côncavo ou retilíneo) das principais unidades morfológicas delimitadas a partir de uma **adaptação** dos 3 índices propostos por BLONG (1975) e utilizados por COLTRINARI (1982): Índice de Curvatura de Crista (ICC), Índice de Massa (IM) e Índice de Curvatura Basal (ICB).

Segundo BLONG (1975) e COLTRINARI (1982), o ICC fornece uma estimativa da forma do terço superior, sendo calculado a partir da equação: $[(5-Y_5) + (10-Y_{10})] / 2$, onde Y_5 e Y_{10} são os valores percentuais da altura da vertente correspondentes a 5% e 10% do seu comprimento horizontal; valores positivos correspondem as cristas convexas e os negativos às cristas côncavas. O IM fornece uma estimativa da forma do terço médio e calcula-se a partir da equação: $(Y_{16} + Y_{50} + Y_{84}) /$

3, onde Y_{16} , Y_{50} e Y_{84} são valores percentuais da altura da vertente correspondentes a 16%, 50% e 84% do seu comprimento horizontal; os valores superiores a 50 correspondem as formas côncavas e os inferiores, às formas convexas. O ICB, por sua vez, fornece uma estimativa da forma do terço inferior e calcula-se a partir da equação: $[(90-Y_{90}) + (95-Y_{95})] / 2$, onde Y_{90} e Y_{95} são os valores percentuais da altura da vertente correspondentes a 90% e 95% do seu comprimento horizontal; valores positivos correspondem às formas convexas e os negativos às formas côncavas.

A adaptação destes índices às condições encontradas na área de estudo contou com a colaboração da equipe do Centro de Estatística Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística da USP. O que motivou a procura desta adaptação foi a possibilidade de estimar a forma de cada uma das unidades morfológicas delimitadas no transecto, e não dos trechos estipulados pelas fórmulas propostas por BLONG (1975). Por exemplo, a aplicação do ICC no transecto, conforme a fórmula citada no parágrafo anterior, estima a forma de um trecho bem menor do que a unidade morfológica delimitada no terço superior estudado no presente trabalho.

Assim, foi sugerida pela equipe do centro de estatística a seguinte fórmula geral para os três índices, a ser aplicada em cada uma das unidades morfológicas delimitadas no transecto: $[(5-Y_5) + (95-Y_{95})] / 2$, onde Y_5 e Y_{95} são os valores percentuais da altura da vertente correspondentes a 5% e 95% do comprimento horizontal de cada unidade morfológica. Desta forma, considera-se como comprimento horizontal total (100%) o de cada unidade morfológica e não o do transecto inteiro, como ocorre nos índices de BLONG (1975).

Da mesma forma que nos índices propostos por BLONG (1975), no índice adaptado neste trabalho, válido para estimar a forma de todas as unidades morfológicas do transecto, os valores menores que 50 correspondem a unidades morfológicas convexas, os maiores que 50 às unidades morfológicas côncavas e valores iguais ou muito próximos a 50 indicam unidades morfológicas retilíneas.

3. Caracterização da cobertura pedológica do transecto Espreado

Foi norteada pela Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, procedimento que, em linhas gerais, consiste em estudar as características, a distribuição lateral e vertical e o arranjo geométrico das estruturas da cobertura pedológica ao longo de unidades de relevo tais como vertentes, bacias-vertentes e interflúvios, conforme já explicitado no Capítulo I-Introdução (BOULET, 1992; RUELLAN & DOSSO, 1993).

RUELLAN & DOSSO (1993) subdividem a análise estrutural em bidimensional, realizada pela observação e interpretação das estruturas pedológicas ao longo de transectos, e tridimensional, onde há reconstituição de toda a cobertura pedológica em uma unidade de relevo, através do estabelecimento de relações entre vários transectos. Devido ao tempo disponível para a elaboração de uma dissertação de mestrado e aos objetivos estabelecidos, optou-se nesta pesquisa por aplicar a análise estrutural bidimensional da cobertura pedológica. Para tanto, utilizou-se procedimentos de campo, de laboratório e de gabinete, conforme será exposto a seguir.

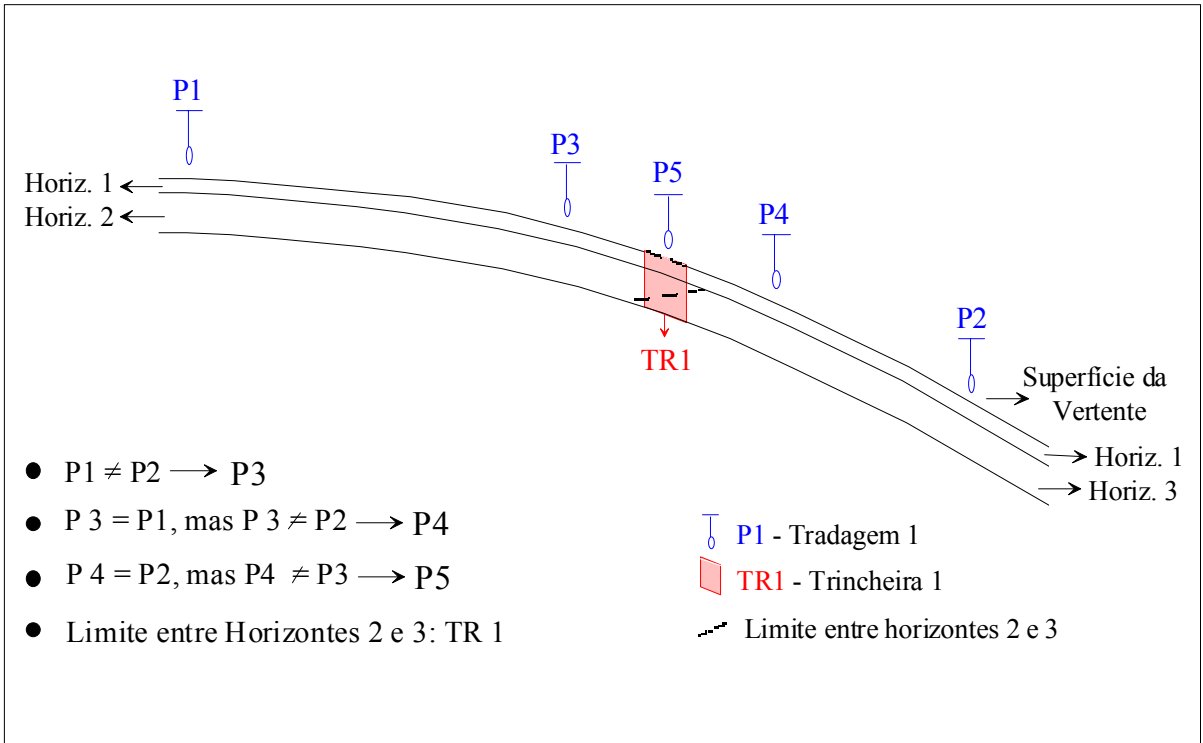
3.1. Levantamento da cobertura pedológica em campo

O levantamento em campo, realizado em 28 dias de trabalho, envolveu duas etapas:

- Descrição morfológica simplificada (cor, textura e consistência molhada, segundo LEMOS & SANTOS, 1996) dos solos, realizada através de 25 tradagens ao longo do transecto; esta etapa permitiu a elaboração de um esboço geral da caracterização, distribuição e arranjo geométrico das estruturas pedológicas na escala do terreno.

A localização das tradagens (P) segue os procedimentos ilustrados na Figura 8: localiza-se P1 e P2 de acordo com um intervalo regular ou conforme mudanças na vegetação, forma do modelado ou em qualquer elemento da paisagem relevante aos objetivos da pesquisa. Caso forem registradas diferenças de uma ou mais características dos solos observadas em P1 e P2, realizar uma terceira tradagem entre elas, a P3; se P1 e P3 forem semelhantes mas ainda houver diferenças entre P3 e P2, realizar a tradagem P4

FIGURA 8 - Representação Esquemática da Aplicação da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica em Campo



entre as duas últimas e assim sucessivamente, até localizar precisamente a transição entre as diferentes características registradas a montante e a jusante.

- Descrição morfológica completa e detalhada dos solos em perfis de trincheiras, segundo LEMOS & SANTOS (1996). As informações obtidas por esta etapa complementaram, precisaram e até modificaram as características, a distribuição e o arranjo geométrico das estruturas identificadas inicialmente e ainda possibilitaram a análise das transições entre os diferentes materiais. Foi então possível elaborar um esquema detalhado sobre a organização das estruturas da cobertura pedológica no transecto estudado.

Foram abertas, com a ajuda de enxada e pá, 8 trincheiras ao longo do transecto, geralmente nas transições entre os diferentes materiais identificados pelo levantamento com tradagens. O tamanho dos lados destas trincheiras variou entre 1,5 e 2,5 metros e a profundidade de 1,0 a 3,5 metros.

3.2 - Descrição e interpretação micromorfológica dos solos

A micromorfologia de solos é o ramo envolvido com a descrição, interpretação e medidas dos componentes, feições e fábricas do solos em um nível microscópico (BULLOCK *et al.*, 1985). A seguir serão dadas informações a respeito dos procedimentos de coleta das amostras indeformadas, da confecção e da descrição de lâminas de solos e da alterita.

3.2.1 - *Coleta das amostras indeformadas em campo*

Foram coletadas 27 amostras com estrutura indeformada, ou monólitos, nas 8 trincheiras abertas ao longo do transecto Espreado. Estes monólitos foram obtidos através da moldagem das amostras no perfil com faca em caixas flexíveis de papel cartão, com as seguintes dimensões: 5 cm de largura, 7 cm de comprimento e 5 cm de altura. Tais amostras foram catalogadas, embaladas com “filme plástico” e levadas para a impregnação, realizada no Instituto de Geociências da USP.

3.2.2 - *Confecção das lâminas delgadas de solos*

A confecção das lâminas de solos descritas no presente estudo foi realizada no Instituto de Geociências da USP, de acordo com os procedimentos gerais descritos por GUILLORE (1985) e as adaptações do técnico responsável, como exposto a seguir.

Inicialmente realiza-se a impregnação, que consiste no preenchimento de todos os poros do monólito com uma mistura de resina e endurecedor, diluída em acetona. Após a penetração desta mistura em toda a amostra, auxiliada com a utilização de uma bomba a vácuo, passa-se a sua secagem, normalmente feita tanto ao ar quanto na estufa. No momento em que estiver endurecida e resistente, a amostra é fatiada nas direções e tamanhos escolhidos, utilizando-se uma serra diamantada automática. Posteriormente, cada fatia é cortada aproximadamente no tamanho da lâmina e então polida por discos em rotação até tornar-se fina e plana o suficiente para ser colada na lâmina de vidro. As amostras coladas são debastadas em equipamentos de precisão até alcançar aproximadamente 100 micra de espessura e novamente polidas, usando-se pó de carpeto de silício como abrasivo. As lâminas delgadas atingem no final do processo uma espessura em torno de 30µm e, neste trabalho, possuem 2,5 cm de largura e 4,5 cm de comprimento.

3.2.3 - Descrição das lâminas delgadas

A descrição micromorfológica das lâminas de solos e de alterita foi feita em um microscópio óptico Zeiss (Axioscop), pertencente ao Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da USP. No presente estudo decidiu-se detalhar os critérios e conceitos utilizados para a descrição das lâminas de solo e de alterita uma vez que a nomenclatura de descrição micromorfológica nem sempre é bem conhecida. A sequência das descrições foi baseada nas apostilas de CASTRO (1989a), no caso dos solos, e GIANNINI (2000), no caso das alteritas, mas procurou-se utilizar a literatura original para o detalhamento dos conceitos.

Nas **lâminas de solo** foram descritas as seguintes características:

- Aspectos gerais da pedofábrica: o termo pedofábrica (*soil fabric*) é definido por BREWER (1976) como a constituição física do material do solo expressa pelo arranjo espacial das partículas ou agregados e poros associados. Foram considerados em cada lâmina:

- Estimativa da porcentagem relativa entre esqueleto, plasma e poros: sucintamente, pode-se definir esqueleto (*skeleton*) como as partículas individuais maiores que 2 µm (silte e areia), plasma (*plasma*) como as partículas menores que 2 µm (argila) e poros (*voids*) como espaços não ocupados por matéria sólida (CASTRO, 1989a; BREWER, 1976).

- Distribuição Relativa: padrão de distribuição entre o esqueleto, o plasma e os poros. Preferiu-se utilizar no presente trabalho a classificação apresentada em BULLOCK *et al.* (1985), que envolve 5 tipos: mônica, gefúrica, quitônica, enáulica e porfírica. Os tipos presentes nas lâminas descritas serão definidos resumidamente no decorrer do Capítulo IV - Resultados.

- Aspectos Gerais do Esqueleto:

- Mineralogia: a identificação dos tipos de minerais presentes nas lâminas seguiram os critérios de descrição óptica das partículas, tais como cor, forma, extinção, caráter óptico, entre outros, sistematizados por COUTINHO & COIMBRA (1988) e por GIANNINI (2000).

- Tamanho das partículas: seguiu-se os intervalos propostos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, aqui expostos em micra: silte (2 a 50 μm), areia muito fina (50 a 100 μm), areia fina (100 a 250 μm), areia média (250 a 500 μm), areia grossa (500 - 1000 μm) e areia muito grossa (1000 - 2000 μm) (adaptado de OLIVEIRA *et al.*, 1992).

- Grau de seleção: é definido por BULLOCK *et al.* (1985) como a expressão da variação do tamanho da partícula. Alto grau de seleção indica grande dominância de uma fração granulométrica na lâmina e, baixo grau de seleção, indica a presença de partículas de diferentes frações, não havendo dominância de apenas uma classe de tamanho.

- Rugosidade Superficial: é definido por BULLOCK *et al.* (1985) como o número e grau de angularidade das irregularidades da superfície da partícula. Este autor classifica as partículas em lisas, onduladas e rugosas, sendo as que as primeiras possuem nenhuma ou poucas irregularidades superficiais e as últimas possuem muitas irregularidades com alto grau de angularidade.

- Arredondamento: é definido como a forma relativa dos vértices das partículas. Estes vértices podem ser arredondados, subarredondados, subangulosos e angulosos (BULLOCK *et al.*, 1985).

- Esfericidade: corresponde a forma geral da partícula, comparada a uma esfera. Assim, partículas com alta esfericidade possuem forma próxima a da esfera (BULLOCK *et al.*, 1985).

- Feições do Esqueleto: foram descritos golfos de dissolução, microfissuras, “duas superfícies” e partículas quebradas, como será detalhado nos próximos capítulos.

- Aspectos Gerais do Plasma:

- Cor: observada sob luz natural; como não há um esquema equivalente a Tabela de Cores Munsell na micromorfologia de solos, as cores foram determinadas a partir da estimativa visual, estabelecendo-se comparação entre as lâminas.

- Estrutura Plásmica: é definida por BREWER (1976) como a organização dos constituintes do plasma que não estão concentrados ou cristalizados para formar feições pedológicas. É observada sob luz polarizada e baseia-se especialmente no fenômeno da extinção. A classificação utilizada neste trabalho baseia-se em BREWER (1976) e em BOCQUIER (1981 *apud* CASTRO, 1989a). Como é uma classificação extensa, os termos serão sucintamente definidos conforme forem sendo citados no Capítulo IV - Resultados.

- Aspectos Gerais dos Poros

- Tamanho: seguiu-se as classes presentes em BREWER (1976), sendo elas: macroporos grosseiros ($> 5000 \mu\text{m}$), macroporos médios (2000-5000 μm), macroporos finos (1000 - 2000 μm), macroporos muito finos (75 - 1000 μm) e mesoporos (30 - 75 μm).

- Classificação morfológica: envolve classes de poros com um número de características morfológicas associadas. De acordo com BREWER (1976) e CASTRO (1989a), estas classes são as seguintes: empilhamento, cavidades, vesículas, canais e alvéolos e fissuras. No Capítulo IV - Resultados será fornecida uma breve definição das classes que estão presentes nas lâminas descritas.

- Grau de comunicação entre os poros: foram utilizados os parâmetros fraco, médio e forte, fornecidos nas aulas de Micromorfologia de Solos para Geografia Física, ministrada por Selma Simões de Castro no Departamento de Geografia/USP.

- Feições Pedológicas: unidades presentes na pedofábrica, distintas do material adjacente por diferenças de concentração de um ou mais constituintes ou por uma diferença de fábrica interna; como exemplos podem ser citados cutãs, nódulos e excrementos (BREWER, 1976; BULLOCK *et al.*, 1985). Foram identificados na descrição das lâminas de solos quando presentes.

Nas **lâminas de alterita**, julgou-se mais adequado utilizar alguns dos critérios de descrição micromorfológica para rochas sedimentares, já que as características presentes são mais próximas às do arenito Pirambóia. A descrição apresentada no Capítulo IV - Resultados é bem sucinta e conta com os seguintes elementos:

- Aspectos gerais da petrofábrica: o termo petrofábrica refere-se a disposição espacial dos elementos componentes de uma rocha e por isto assemelha-se ao termo pedofábrica. Neste trabalho foram considerados em cada lâmina a estimativa da porcentagem relativa entre arcabouço, cimento e poros: sucintamente, pode-se definir arcabouço como o esqueleto de uma rocha sedimentar; cimento corresponde à substância quimicamente precipitada nos interstícios entre as partículas alóctones; poros são os vazios presentes na rocha sedimentar (SUGUIO, 1998).

- Aspectos Gerais do Arcabouço: os critérios de descrição do esqueleto e do arcabouço são os mesmos.

- Aspectos Gerais do Cimento:

- Cor: foi observada da mesma forma que a cor do plasma das lâminas de solos, já que não foi encontrada uma classificação definida para rochas sedimentares.

- Forma pela qual o cimento está disposto em relação ao arcabouço. Como é uma classificação extensa, os termos serão sucintamente definidos conforme forem sendo citados no Capítulo IV - Resultados.

- Aspectos Gerais dos Poros:

- Tamanho: para fins de comparação, foi considerada a mesma classificação utilizada na descrição das lâminas de solo.

- Tipos: a classificação baseou-se em SCHIMIDT *et al.* (1977); como é uma classificação extensa, os termos serão sucintamente definidos conforme forem sendo citados no Capítulo IV – Resultados.

3.3 - Análises físicas, mineralógicas e químicas de laboratório

Foram realizadas análises físicas, mineralógicas e químicas em 45 amostras de solos e de alterita, coletadas nos levantamentos de campo. Estas análises foram feitas pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ.

A seguir serão dadas informações mais detalhadas sobre cada análise realizada, incluindo as técnicas utilizadas para sua determinação.

3.3.1 - Análises físicas

São incluídas nestas análises a granulometria e a relação silte/argila.

- Granulometria

Estas análises permitem determinar de forma quantitativa a textura dos solos, ou seja, a proporção relativa das frações granulométricas presentes no solo, sendo estas definidas conforme intervalos de tamanho (diâmetro) das partículas (OLIVEIRA *et al.*, 1992; BRADY, 1989); no presente trabalho, considerou-se os intervalos propostos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, aqui expressos em milímetros: **Areia**: 2 - 0,05 mm; **Areia Muito Grossa** : 2 - 1 mm; **Areia Grossa**: 1 - 0,5 mm; **Areia Média**: 0,5 - 0,25 mm; **Areia Fina**: 0,25 - 0,10 mm; **Areia Muito Fina**: 0,10 - 0,05 mm; **Silte**: 0,05 - 0,002 mm; **Argila**: < 0,002 mm (adaptado de OLIVEIRA *et al.*, 1992).

Para a classificação textural de cada horizonte utilizou-se o diagrama de repartição de classes texturais adaptado do Sistema Americano por LEMOS & SANTOS (1996). As classes de textura presentes nesta classificação são: areia, areia-franca, silte, franco-arenosa, franco-siltosa, franca, franco-argilo-arenosa, franco-argilo-siltosa, franco-argilosa, argilo-siltosa, argilo-arenosa, argila e muito argilosa. No presente trabalho, foram apresentadas em porcentagem.

Para a determinação em laboratório utilizou-se o método do densímetro, cuja marcha analítica consiste sucintamente em: adicionar um dispersante químico à amostra de solo, agitar e peneirar o conteúdo em uma malha com abertura de 0,05 mm para a retenção da areia total. O material retido na peneira (areia total) deve ser lavado, seco na estufa e peneirado novamente em uma seqüência de peneiras com diferentes aberturas para a separação da areia em muito grossa, grossa, média, fina e muito fina; em seguida o resíduo de cada peneira deve ser pesado para a determinação da porcentagem de cada fração granulométrica. O material eliminado pela lavagem da areia deve ser transferido para uma proveta graduada, agitado rapidamente e deixado em repouso para a sedimentação do silte e da argila segundo a Lei de Stokes; após 6 minutos introduzir o densímetro na suspensão e proceder a leitura para a determinação do silte + argila;

agitar novamente e após 6 horas de repouso realizar a leitura do densímetro para a determinação somente da argila (CAMARGO *et al.*, 1986).

- Relação silte/argila

Quanto à relação silte/argila, esta é obtida dividindo-se as porcentagens de silte pelas porcentagens de argila, sendo utilizada como indicativo do grau de intemperismo do solo. Quanto maiores os valores, menor o grau de intemperismo e vice-versa (EMBRAPA, 1997; EMBRAPA, 1999).

3.3.2 - *Análise de mineralogia de argila*

A identificação qualitativa dos principais minerais de argila presentes na cobertura pedológica do transecto foi feita pelo método da Difração de Raio X. Este método é amplamente utilizado por fornecer informações precisas e detalhadas e por ser não destrutivo e rápido. O princípio de identificação consiste no fato de que cada mineral possui a sua própria estrutura e por isto apresenta um modelo diferenciado de difração da radiação X nos planos estruturais (GOMES, 1988).

De maneira geral, o método utilizado para a identificação dos minerais de argila consiste inicialmente em separar uma determinada quantidade da fração argila da amostra total, colocá-la em uma lâmina de vidro e friccionar o material com outra lâmina, até formar uma película fina. Levar então à secagem e ao difratômetro. Para argilas do tipo 2:1 (reflexos superiores a 1,2 nm), submeter a amostra a tratamento com Mg e K e levar para o difratômetro para identificar mudanças no comportamento do mineral. (EMBRAPA, 1997).

Os difratogramas de raio X mostram picos que correspondem aos espaçamentos de difração em ângstrons, obtidos através da escala da base do difratograma. A identificação dos minerais é feita a partir de comparações com fichas de dados de difração do Centro Internacional de Dados de Difração (EMBRAPA, 1997).

3.3.3 - *Análises químicas*

Nestas análises, determinou-se os valores relativos à acidez ativa ou iônica (pH em H₂O), acidez trocável (Al⁺³), acidez potencial (H⁺ + Al⁺³), bases trocáveis (Ca⁺², Mg⁺², K⁺ e Na⁺) e matéria orgânica.

- Acidez Ativa

A **acidez ativa** é definida como a concentração de íons hidrogênio livres ou dissociados em uma solução, sendo representada pelo índice pH (WUTKE, 1972). Como a concentração destes íons é geralmente muito baixa, o pH é calculado pelo logaritmo do inverso da concentração de íons H^+ ($pH = \log 1/H^+$), evitando-se assim o uso de números exponenciais ou de muitas casas decimais nos resultados (FASSBENDER, 1975). Nos solos, os valores de pH geralmente estão entre 3 e 11 e, pelo fato de haver uma correlação matemática entre a concentração de íons H^+ e OH^- , cada valor representa tanto a concentração do primeiro quanto do segundo íon. Quando as concentrações de H^+ são iguais às de OH^- a solução é neutra e o valor do pH é 7,0. Valores inferiores a 7,0 representam soluções ácidas, isto é, com predomínio de íons H^+ , e a acidez é tanto maior quanto menor o valor do pH. Por outro lado, valores acima de 7,0 expressam soluções alcalinas, isto é, com predomínio de íons OH^- , sendo a alcalinidade mais pronunciada quanto maior o valor do pH (WUTKE, 1972; BRADY, 1989).

Os resultados obtidos no presente trabalho foram classificados qualitativamente em extremamente ácido: menor que 5,3; fortemente ácido: 4,3 a 5,3; moderadamente ácido: 5,4 a 6,5; praticamente neutro: 6,6 a 7,3; moderadamente alcalino: 7,4 a 8,3; e fortemente alcalino: maior que 8,3 (EMBRAPA, 1999).

De maneira geral, o método utilizado para a determinação do pH consiste inicialmente em preparar uma suspensão solo-líquido e, em seguida, agitar mecanicamente, deixar em repouso e realizar a leitura direta dos valores de pH através do potenciômetro (a partir de CAMARGO *et al.*, 1986). Este instrumento é constituído por 2 eletrodos ligados a um voltímetro eletrônico, sendo que um destes eletrodos é colocado em contato com o solo e o outro em contato com o líquido sobrenadante. Na escala do voltímetro lê-se a diferença de potencial, estabelecida em função da concentração de íons H^+ (WUTKE, 1972; CAMARGO *et al.*, 1986).

- Acidez Trocável (Al^{+3})

A **Acidez Trocável** é representada essencialmente pela quantidade de íons Al^{+3} adsorvidos por ligação iônica às partículas coloidais dos solos e, portanto, prontos para

entrarem em solução pelo processo de troca iônica¹ (WUTKE & CAMARGO, 1972). O Al^{+3} é importante para a geração de acidez ativa já que sofre hidrólise ao entrar em solução, dando origem à hidróxidos de alumínio e íons livres de hidrogênio; a equação que descreve o processo é a seguinte: $Al^{+3} + H_2O = Al(OH)^{+2} + H^+$.

Os resultados da acidez trocável são expressos em $Mmolc/kg^{-1}$ e, conforme KIEHL (1979), podem ser qualitativamente classificados em teores baixos: abaixo de 3; médios: de 3 a 6; altos: acima de 6.

De maneira sucinta, o procedimento utilizado para a determinação da acidez trocável consiste em, inicialmente, adicionar à amostra de solo uma solução de cloreto de potássio - KCl, a qual age como extratora do Al^{+3} trocável. Em seguida, agitar mecanicamente, deixar em repouso, filtrar e adicionar algumas gotas de NaOH até atingir uma coloração rosa. Efetuar uma prova em branco. O cálculo da acidez trocável é a subtração da quantidade de NaOH gasto para atingir a cor rosa, pela quantidade de NaOH gasto na prova em branco.

- Acidez Potencial ($H^+ + Al^{+3}$)

A **Acidez Potencial** é representada pela soma do Al^{+3} adsorvido por ligação iônica (acidez trocável) com o H^+ que se encontra ligado por **covalência**, formando principalmente grupos hidroxilas (OH). Estes grupos permanecem associados às partículas coloidais dos solos, podendo entrar em solução e diminuir o pH (VITTI, 1987). Os resultados da acidez potencial são expressos em $Mmolc/kg^{-1}$.

De maneira geral, o procedimento utilizado para a determinação da acidez potencial consiste em, inicialmente, adicionar à amostra de solo uma solução de acetato de cálcio, a qual age como extratora dos $H^+ + Al^{+3}$. Em seguida, agitar mecanicamente, deixar em repouso, filtrar e adicionar algumas gotas de NaOH até atingir uma coloração rosa. Efetuar uma prova em branco. O cálculo da acidez potencial é a subtração da quantidade de NaOH gasto para atingir a cor rosa pela quantidade de NaOH gasto na prova em branco (CAMARGO *et al.*, 1986).

- Bases Trocáveis, Capacidade de Troca Catiônica, Saturação em Bases e Saturação em Alumínio

¹ A troca iônica constitui “o processo reversível pelo qual íons retidos na superfície de uma fase sólida são substituídos por quantidade equivalente de outros íons, quer estejam estes em solução numa fase líquida, quer estejam ligados a outra fase sólida” (WUTKE & CAMARGO, 1972 - p.125).

Os cátions Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^{+} e K^{+} , denominados em conjunto como bases trocáveis, desempenham um papel importante nas reações de acidez / alcalinidade dos solos. Ao sofrerem troca iônica com o H^{+} , estes elementos entram na solução do solo e são removidos pelos fluxos de água do interior da cobertura pedológica. Se não houver constante suprimento de bases trocáveis no solo, com o decorrer do tempo ocorrerá um empobrecimento destes cátions e um progressivo acúmulo de íons H^{+} adsorvidos nas partículas coloidais, provocando assim um aumento da acidez potencial.

Os teores de soma de bases são expressos em $Mmolc/kg^{-1}$ e, de acordo IAC, 1955 (*apud* KIEHL, 1979), podem ser qualitativamente classificados em baixos: abaixo de 26,2; médios: de 26,2 a 63,0; altos: acima de 63,0.

A soma das bases trocáveis (Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^{+} e K^{+}) com a acidez potencial (H^{+} + Al^{+3}) constitui a **Capacidade de Troca Catiônica (CTC)** de um solo ou horizonte, expressa em $Mmolc/Kg^{-1}$. A CTC pode ser classificada qualitativamente em teores baixos: abaixo de 46,2; médios: de 46,2 a 113,0; e altos: acima de 113, 0 (IAC, 1955 *apud* KIEHL, 1979). A **Saturação em Bases (V)**, expressa em porcentagem, é a relação entre a soma das Bases Trocáveis e a Capacidade de Troca Catiônica (CTC): um valor V de 75%, por exemplo, indica que 75% do total de cátions trocáveis são compostos por Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} e Na^{+} e 25% compõe-se por H^{+} , Al^{+3} e outros (FASSBENDER, 1975; KIEHL, 1979). Solos com V igual ou superior a 50% e soma de bases igual ou superior a 15 $Mmolc/kg^{-1}$ são denominados eutróficos; solos com V e saturação em Al^{+3} (m) inferiores a 50% são denominados distróficos (PRADO, 1996).

Cabe destacar ainda que a divisão entre Al^{+3} e a soma de Al^{+3} com as bases trocáveis corresponde à **Saturação em Alumínio (m)**. Os resultados são geralmente expressos em porcentagem e solos com valores de m iguais ou superiores a 50% e de teores de Al^{+3} iguais ou superiores a 3 $Mmolc/kg^{-1}$ são denominados álicos (PRADO, 1996).

Em linhas gerais, o método utilizado para a determinação do Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} e Na^{+} consiste em adicionar à amostra de solo uma solução de acetato de amônio, a qual age como extratora destes cátions. Em seguida, deve-se agitar mecanicamente, deixar em repouso e transferir 10ml do sobrenadante para um frasco. Para a determinação do Ca^{+2} e Mg^{+2} transfere-se parte destes 10ml para outro frasco, adiciona-se óxido de

lantânio e lantânio e finalmente realizam-se as leituras por espectrofotômetro de absorção atômica. No restante dos 10ml do sobrenadante determina-se o K^+ e Na^+ através da leitura direta no espectrofotômetro de absorção atômica.

- Matéria Orgânica (m.o.)

A matéria orgânica presente nos solos é constituída por resíduos vegetais e animais, em graus diversos de decomposição (JORGE, 1972). No entanto, a principal fonte da matéria orgânica nos solos é o tecido vegetal, cuja composição elementar é de cerca de 90% de carbono, oxigênio e hidrogênio e 10% de outros elementos como nitrogênio, enxofre, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (BRADY, 1989; FASSBENDER, 1975).

A decomposição dos resíduos orgânicos envolve tanto a trituração mecânica realizada pela fauna do solo quanto a ocorrência de processos bioquímicos, desencadeados pela ação de sucos digestivos e enzimas de microorganismos (JORGE, 1972). Entre os processos de ordem bioquímica, destaca-se a queima ou oxidação enzimática do carbono e nitrogênio, reação responsável pela liberação de gás carbônico (CO_2), água (H_2O) e energia através dos excrementos (BRADY, 1989). O termo húmus é utilizado para designar a matéria orgânica encontrada em estado coloidal, em estágio avançado de decomposição bioquímica (JORGE, 1972). Os teores de matéria orgânica são expressos em g/Kg^{-1} (CAMARGO *et al.*, 1986; EMBRAPA, 1997).

O método utilizado envolve inicialmente a determinação da quantidade de carbono orgânico, a partir do qual calcula-se a quantidade total de matéria orgânica. De uma maneira geral, o método envolve a mistura de uma amostra de solo a uma solução de dicromato de potássio e ao ácido sulfúrico concentrado; o primeiro é responsável pela oxidação da matéria orgânica enquanto o segundo pela produção de calor durante o processo. Em seguida promove-se a titulação do excesso de dicromato com sulfato ferroso amoniacal. Para a obtenção da quantidade de matéria orgânica costuma-se multiplicar o teor de carbono, determinado pelo método descrito, pela constante 1,725 (m.o. = $C \times 1,725$).

3.3.4 - Tratamento estatístico dos dados físicos e químicos dos solos

A equipe do Centro de Estatística Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística da USP sugeriu a aplicação do teste de covariância (ANCOVA) no presente

estudo com a finalidade de analisar simultaneamente a influência de um fator contínuo (comprimento lateral do transecto) e de um discreto (distribuição vertical dos horizontes do solo) sobre a distribuição das variáveis em questão (granulometria, relação silte/argila, pH, acidez trocável, acidez potencial, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação em bases, saturação em Al^{+3} e matéria orgânica), possibilitando verificar a existência de padrões de covariação estatisticamente significativos. Neste trabalho, o teste foi realizado no programa Systat, a partir dos dados absolutos de cada variável, sendo que seus resultados serão apresentados a partir da exposição do valor P (probabilidade) e do valor r^2 (coeficiente de determinação). Considerou-se os valores com covariação estatisticamente significativa aqueles com valor P menor que 0,05, sendo que a proporção da variação total explicada pela relação estudada será tanto maior quanto mais próximo de 1 for o valor de r^2 (ZAR, 1996).

No Capítulo IV - Resultados será descrito o padrão de comportamento da variável no comprimento lateral do transecto e na distribuição vertical dos horizontes, principalmente quando a covariância encontrada for estatisticamente significativa. No entanto, mesmo com a inexistência de significância estatística, a simples análise dos dados absolutos demonstra, em alguns casos, algumas tendências de comportamento, que também não serão ignoradas.

Apesar do teste ter sido realizado com os dados absolutos, os padrões ou tendências de padrão de comportamento vertical e lateral das variáveis serão demonstrados no Capítulo IV - Resultados a partir da distribuição vertical e lateral dos valores médios (acompanhados de desvio padrão) de cada variável, já que estes expressam de forma simplificada os comportamentos encontrados. Foram utilizadas as denominadas **médias verticais**, calculadas pelos valores absolutos de **cada horizonte** ao longo do transecto, e as denominadas **médias laterais**, calculadas pelos valores absolutos de **cada trincheira** ao longo do transecto.

A forma de apresentação destes padrões será feita a partir de gráficos de dispersão, elaborados a partir do programa Excel. Cabe destacar que optou-se pela forma de apresentação em gráficos por não ter havido verba suficiente para fazer análises laboratoriais a intervalos verticais e laterais regulares, procedimento este aconselhável para a confecção de figuras com curvas de isovalores, muito utilizadas em trabalhos de pesquisa em ciência do solo.

3.4 – Classificação dos solos

A classificação dos solos do transecto Espraiado baseou-se nos critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999). Conforme este manual, a identificação dos horizontes e das classes de solo em diferentes níveis categóricos é realizada a partir da análise de uma extensa série de parâmetros, não sendo pertinente listá-los neste trabalho. Contudo, de forma sucinta, pode-se dizer que os horizontes e as classes de solos foram definidos principalmente a partir de dados obtidos em trabalhos de campo (tais como profundidade, espessura, cor, estrutura), em microscopia óptica (presença de feições de iluviação) e em laboratório (granulometria, relação textural, atividade da argila, teor de carbono orgânico, saturação em bases e saturação em alumínio).

IV - RESULTADOS

1 - Levantamento morfológico e morfométrico do transecto Espraiado

O transecto Espraiado tem 75 metros de amplitude altimétrica e 654,12 metros de comprimento horizontal (Figura 9 e Fotos 2 e 3), tendo sido medidos 447 ângulos de declividade em toda a sua extensão (Anexo 1).

1.1- Segmentos e discontinuidades de declive no transecto

Possui 5 segmentos delimitados por 5 discontinuidades de declive (Figura 9). Em relação aos segmentos, um localiza-se principalmente no terço superior do transecto e por isto foi denominado de **segmento superior**, outro localiza-se principalmente no terço médio, sendo então denominado de **segmento médio**, e os três restantes localizam-se principalmente no terço inferior, sendo denominados de **segmentos inferiores a, b e c**. Quanto às discontinuidades de declive, foram delimitadas 1 mudança convexa, 2 rupturas convexas, 1 mudança côncava e 1 ruptura côncava. Nota-se que a discontinuidade de declive presente entre o segmento superior e o segmento médio é uma mudança, enquanto que as discontinuidades dos segmentos inferiores são, em maioria, rupturas de declive.

1.2 - Frequência e distribuição dos ângulos de declividade ao longo de todo o transecto

A análise da distribuição geral das frequências de todos os ângulos do transecto mostra que há o predomínio de baixas declividades, sendo que 35% dos dados concentram-se entre 2 e 5° (Figura 10). Conforme pode ser visto no Quadro 1, os valores da mediana e da moda encontram-se também no intervalo entre 2 e 5°, evidenciando a presença de um grande número de baixos ângulos na totalidade dos dados; a média, por sua vez, apresenta valor ligeiramente superior a este intervalo.

QUADRO 1: Valores de parâmetros estatísticos dos ângulos de declividade do transecto Espraiado e de seus segmentos

Parâmetro Estatístico	Transecto (inteiro)	Segmento Superior	Segmento Médio	Segmentos Inferiores (a,b e c)
Média	7,82°	2,45°	8,61°	29,49°
Mediana	4°	2,5°	8°	28°
Moda	3°	2,5° / 3°	6°	47°

Shweta

FIGURA 9 - Morfologia do Transecto Espirado

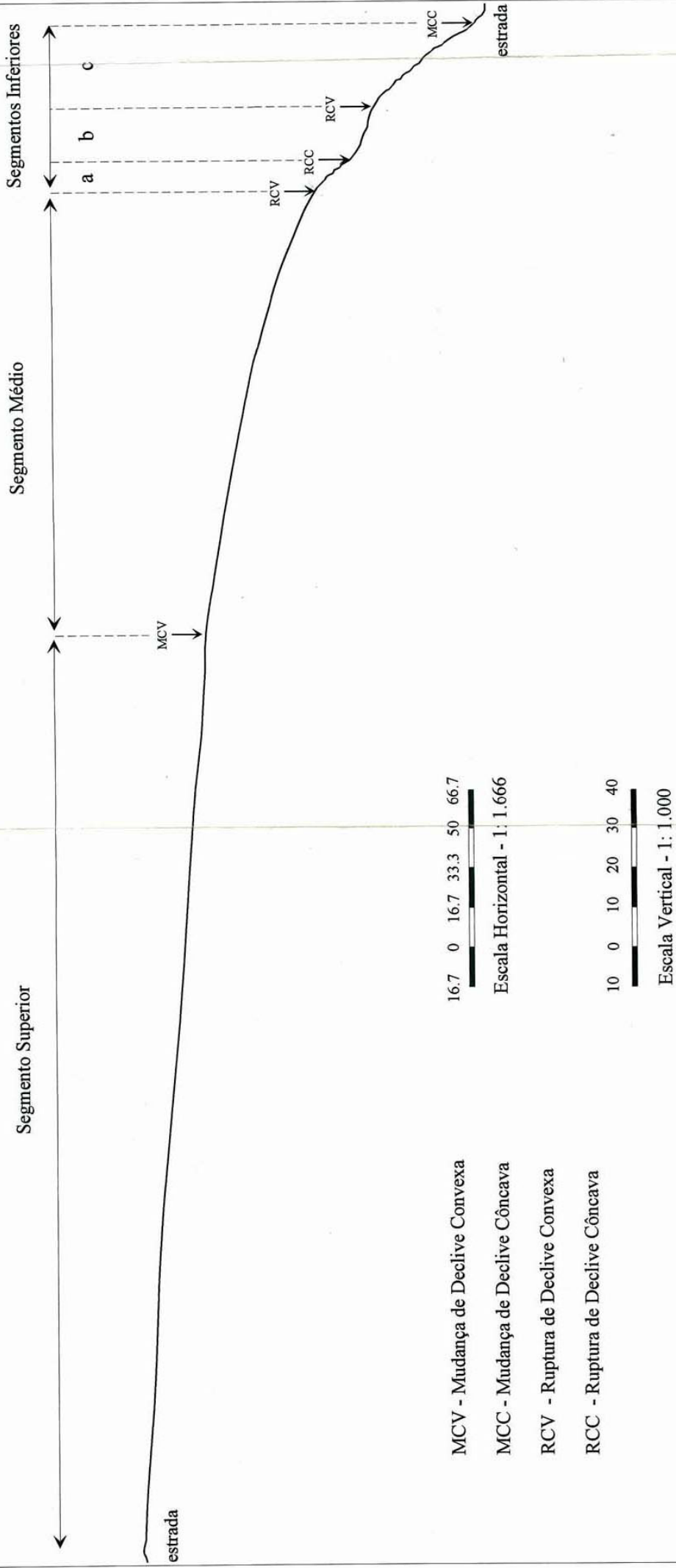




Foto: Sheila Furquim

Foto 2: Ao fundo, vista parcial da morfologia do Transecto Espreado: observa-se parte do **segmento médio**, o **segmento inferior a**, localizado entre a ruptura de declive convexa (RCV) e a ruptura de declive côncava (RCC), e o **segmento inferior b**, situado a partir da RCC.



Foto: Sheila Furquim

Foto 3: Detalhe do **segmento inferior a** e de parte do **segmento inferior b**, sendo estes limitados pela ruptura de declive côncava (RCC). Nota-se as altas declividades e a presença de terracetes no **segmento inferior a** e as declividades menores no patamar ou **segmento inferior b**.

FIGURA 10- Distribuição das Frequências de Ângulos de Declividade no Transecto Espraiado

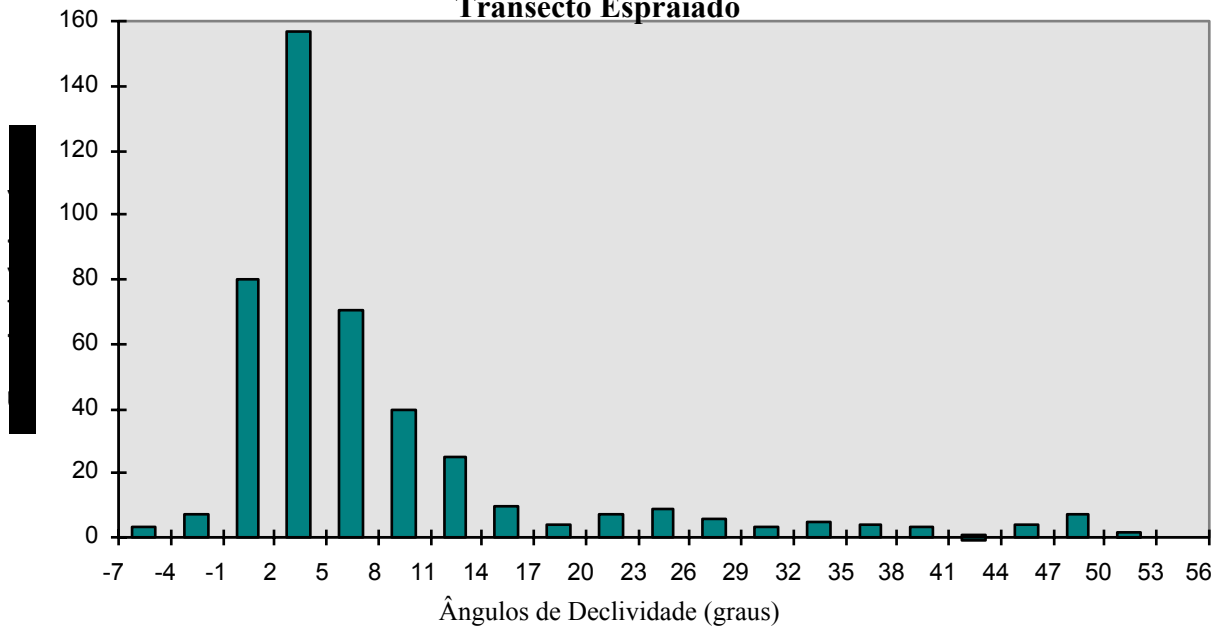
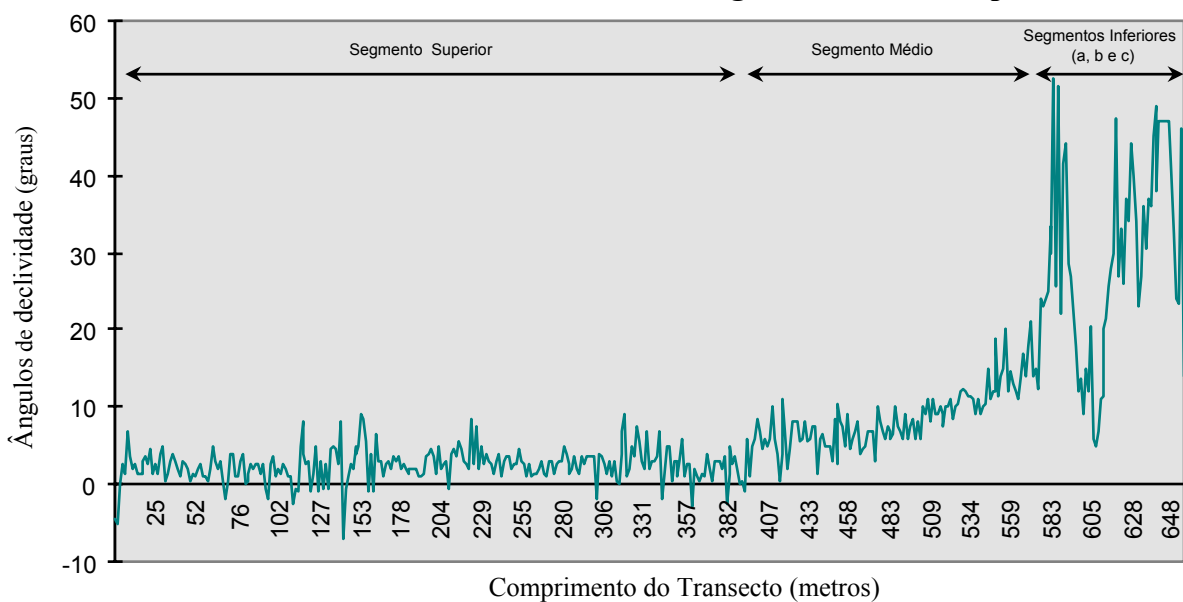


FIGURA 11 - Graus de Declividade ao Longo do Transecto Espraiado



Quanto à distribuição geral dos graus de declividade ao longo de todo o transecto, representada na Figura 11, nota-se uma tendência ao aumento de declividade da alta a baixa vertente: no segmento superior ocorrem ângulos inferiores a 10° , no segmento médio predominam os inferiores a 20° e, nos segmentos inferiores, dominam os ângulos maiores que 20° . Tais diferenças dos padrões de ângulos entre os segmentos superior, médio e inferiores são melhor definidas através da observação da frequência dos ângulos específicos de cada um destes setores, conforme realizado a seguir.

1.3- Frequência dos ângulos de declividade nos segmentos superior, médio e inferiores (a, b e c)

No **segmento superior** ocorrem as menores declividades, com cerca de 55% dos dados concentrados entre 2 e 5° (Figura 12); os valores da média, mediana e moda encontram-se também neste intervalo, sendo bastante próximos entre si (Quadro 1).

No **segmento médio** dominam ângulos consideravelmente maiores que os presentes no segmento superior. Neste setor cerca de 34% dos dados concentram-se entre 5 e 8° (Figura 13), assim como os valores da mediana e da moda; a média, por sua vez, apresenta um valor ligeiramente mais alto que 8° (Quadro 1).

Já os **segmentos inferiores** (a + b + c) apresentam nitidamente as maiores declividades do transecto, mas não há uma forte concentração dos dados em apenas 1 intervalo de ângulo definido na Figura 14; neste caso, a média e a mediana apresentam valores próximos entre si, mas distantes e bastante inferiores ao valor da moda (Quadro 1). Os valores de ângulos mais baixos dos segmentos inferiores concentram-se principalmente no segmento inferior b, que corresponde a um patamar de vertente, enquanto os mais altos concentram-se nos segmentos inferiores a e c, ou seja, nos segmentos situados imediatamente vertente acima e vertente abaixo deste patamar, respectivamente.

1.4 - Estimativa da forma do transecto e de seus segmentos

A tendência ao aumento de declividade no sentido vertente abaixo, verificada pelo aumento sucessivo dos valores da média, mediana e moda do segmento superior ao inferior, sugere uma forma convexa geral para o transecto Espreado. No entanto,

FIGURA 12 - Distribuição das Frequências de Ângulos de Declividade no Segmento Superior

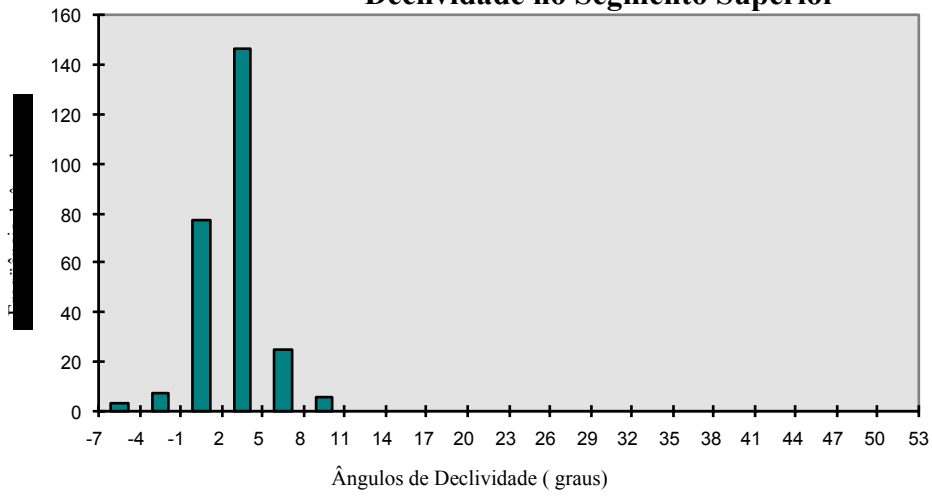


FIGURA 13 - Distribuição das Frequências de Ângulos de Declividade no Segmento Médio

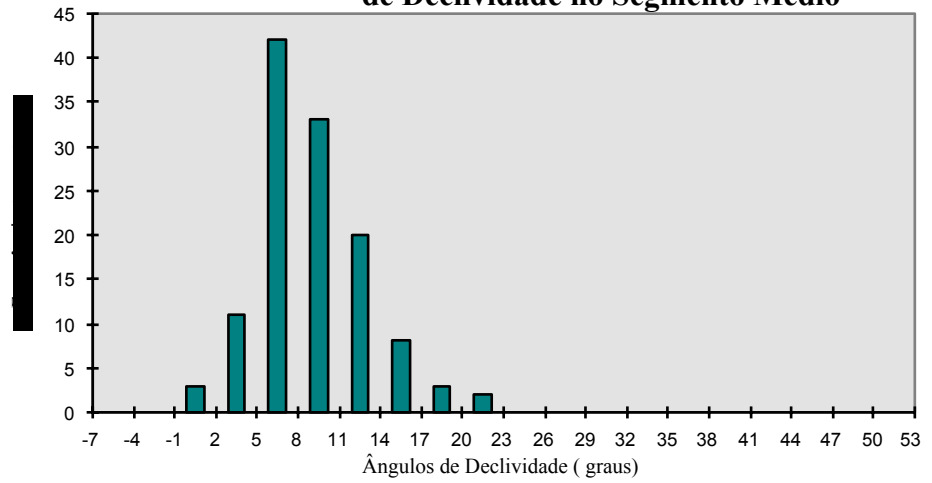
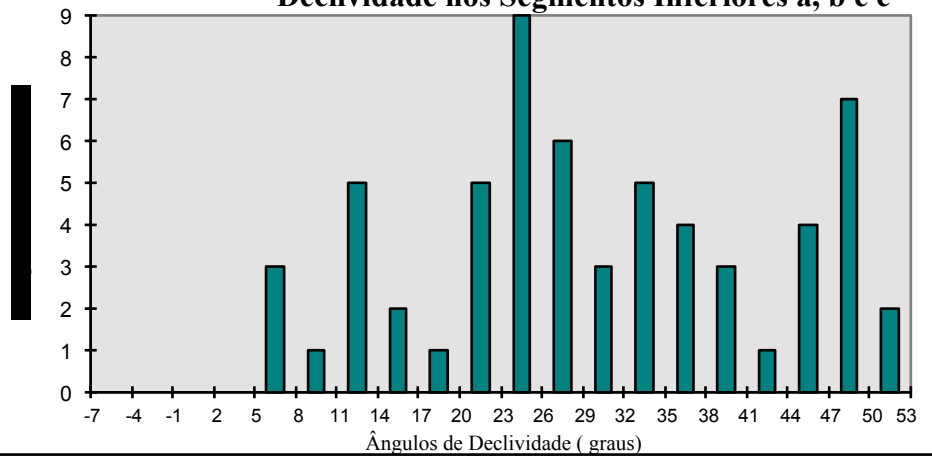


FIGURA 14 - Distribuição das Frequências de Ângulos de Declividade nos Segmentos Inferiores a, b e c



para o reconhecimento das formas de cada setor da vertente (segmentos superior, médio e inferiores) optou-se por aplicar os três índices morfométricos propostos por BLONG (1975) e modificados nesta dissertação para a adequação às condições encontradas na área de estudo: Índice de Curvatura de Crista (ICC), Índice de Massa (IM) e Índice de Curvatura Basal (ICB).

Os cálculos destes índices para o transecto Espraiado revelaram os seguintes valores: o ICC é igual a 47,15, tratando-se portanto de um segmento superior convexo com curvatura fraca; o IM é 38,48, tratando-se de um segmento médio convexo com curvatura média; e o ICB é igual a 47,58, o que significa que os segmentos inferiores (a + b + c) são, de maneira geral, convexos com curvatura fraca. Deste modo, toda a vertente é predominantemente convexa, sendo tal convexidade mais pronunciada no segmento médio.

1.5 – Feições morfológicas superficiais

Cabe ainda destacar que no segmento médio, principalmente nas proximidades do segmento inferior, foram observadas pequenas concavidades superficiais, de no máximo 1 metro de diâmetro.

No segmento inferior a, foram vistos orifícios de, no máximo 0,5 metros de diâmetro, muito semelhantes a *pipes*. Neste segmento ocorrem, ainda, uma série de terracetes, como pode ser visto na Foto 3.

2 - Caracterização da cobertura pedológica no transecto Espraiado

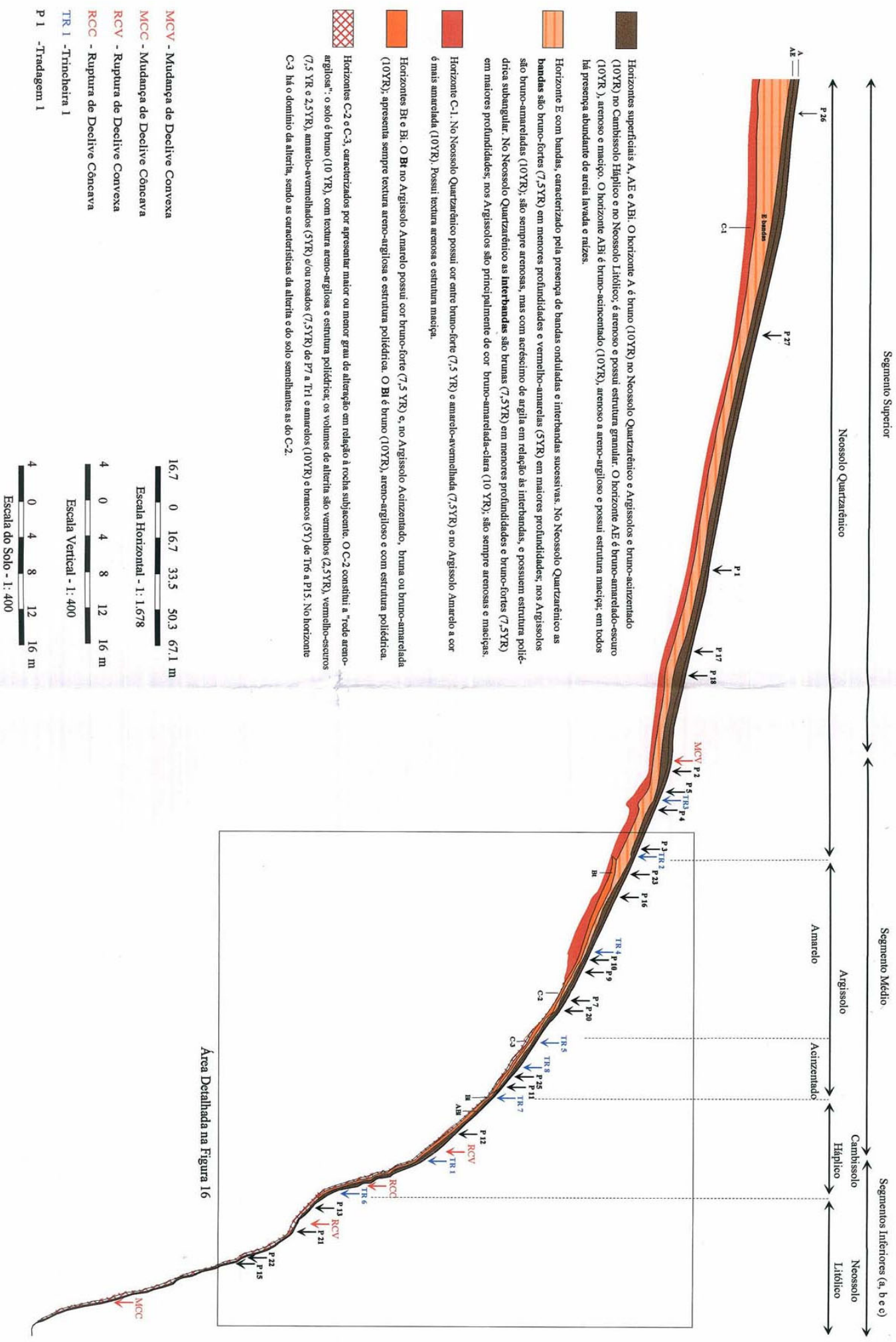
2.1 – Classificação dos solos do transecto Espraiado

Com a finalidade de facilitar a leitura dos resultados, optou-se no presente trabalho por expor a classificação dos solos do transecto Espraiado antes mesmo de apresentar os dados de campo, de microscopia e de laboratório que serviram de base para esta classificação. Com isto, a nomenclatura dos horizontes e solos poderá ser utilizada desde o início da caracterização da cobertura pedológica do transecto, o que permite uma padronização na forma de apresentação dos resultados e facilita a comparação entre os diferentes tipos de dados.

Foram identificados 9 diferentes horizontes no transecto. A seguir, será apresentada a localização vertical e lateral destes horizontes. As características macromorfológicas, micromorfológicas e analíticas detalhadas de cada horizonte serão expostas ao longo deste capítulo. Para acompanhar a descrição apresentada daqui em diante sugere-se a visualização do arranjo detalhado da cobertura pedológica nas Figuras 15 e 16.

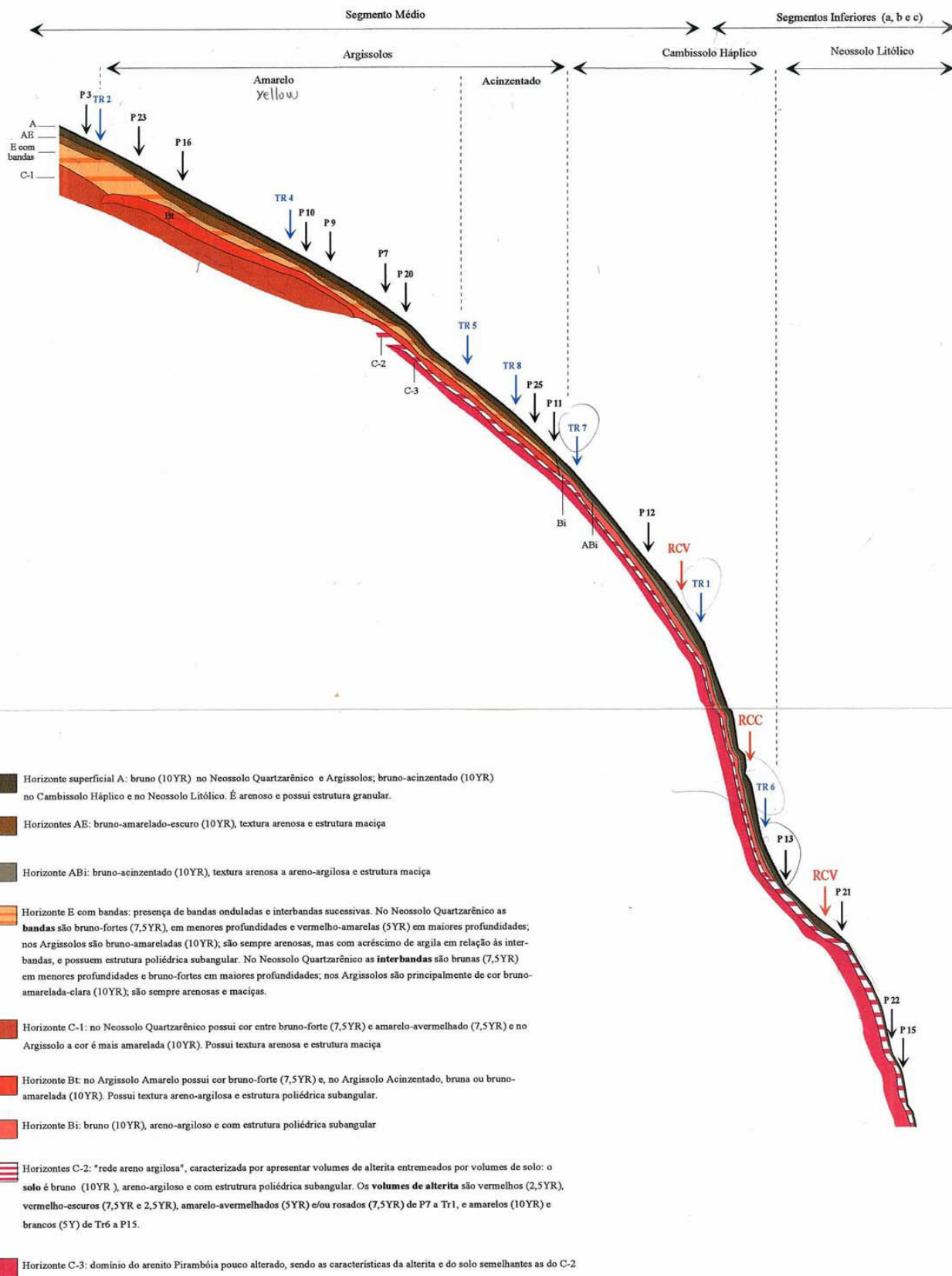
- **Horizonte A (moderado):** horizonte superficial que se estende lateralmente por todo o transecto (P26 a P15).
- **Horizonte AE (eluvial) com bandas:** corresponde à transição entre o Horizonte A moderado, situado verticalmente acima, e o Horizonte E com bandas, situado verticalmente abaixo. Quanto à sua distribuição lateral, estende-se do segmento superior (P26) até parte do segmento médio (P11) do transecto.
- **Horizonte E (eluvial) com bandas:** caracteriza-se pela presença de uma sucessão de bandas e interbandas. Lateralmente, estende-se desde o início do segmento superior (P26) até o parte do segmento médio (P11) e, verticalmente, situa-se abaixo do Horizonte AE com bandas.
- **Horizonte C-1:** corresponde ao horizonte de profundidade que, lateralmente, estende-se desde o início do segmento superior (P26) até parte do segmento médio (P9) e que, verticalmente, situa-se abaixo do Horizonte E com bandas (de P26 a P3) ou abaixo do Horizonte Bt (de P23 a P9).
- **Horizonte Bt (textural):** horizonte diagnóstico caracterizado principalmente por apresentar quantidade de argila significativamente maior que todos os horizontes anteriormente descritos. Lateralmente, situa-se no segmento médio, estendendo-se de P23 até P11, em continuidade lateral ao Horizonte C-1. Verticalmente, localiza-se abaixo do Horizonte E com bandas.
- **Horizonte ABi (incipiente):** corresponde à transição entre o horizonte A moderado, localizado verticalmente acima, e o horizonte B incipiente, localizado verticalmente abaixo. Estende-se lateralmente desde o final do segmento médio (Tr7) até o segmento inferior a (P13), em continuidade lateral ao Horizonte E com bandas.

FIGURA 15 - Organização Geral da Cobertura Pedológica do Transecto Espirado



Área Detalhada na Figura 16

FIGURA 16 - Detalhe da Organização da Cobertura Pedológica nos Segmentos Médio e Inferiores (a, b e c) do Transecto Espreado



- Horizonte superficial A: bruno (10YR) no Neossolo Quartzarênico e Argissolos; bruno-acinzentado (10YR) no Cambissolo Háplico e no Neossolo Litólico. É arenoso e possui estrutura granular.
- Horizontes AE: bruno-amarelado-escuro (10YR), textura arenosa e estrutura maciça
- Horizonte ABI: bruno-acinzentado (10YR), textura arenosa a areno-argilosa e estrutura maciça
- Horizonte E com bandas: presença de bandas onduladas e interbandas sucessivas. No Neossolo Quartzarênico as **bandas** são bruno-fortes (7,5YR), em menores profundidades e vermelho-amarelas (5YR) em maiores profundidades; nos Argissolos são bruno-amareladas (10YR); são sempre arenosas, mas com acréscimo de argila em relação às interbandas, e possuem estrutura poliédrica subangular. No Neossolo Quartzarênico as **interbandas** são brunas (7,5YR) em menores profundidades e bruno-fortes em maiores profundidades, nos Argissolos são principalmente de cor bruno-amarelada-clara (10YR); são sempre arenosas e maciças.
- Horizonte C-1: no Neossolo Quartzarênico possui cor entre bruno-forte (7,5YR) e amarelo-avermelhado (7,5YR) e no Argissolo a cor é mais amarelada (10YR). Possui textura arenosa e estrutura maciça
- Horizonte Bt: no Argissolo Amarelo possui cor bruno-forte (7,5YR) e, no Argissolo Acinzentado, bruna ou bruno-amarelada (10YR). Possui textura areno-argilosa e estrutura poliédrica subangular.
- Horizonte Bi: bruno (10YR), areno-argiloso e com estrutura poliédrica subangular
- Horizontes C-2: "rede areno argilosa", caracterizada por apresentar volumes de alterita entremeados por volumes de solo: o solo é bruno (10YR), areno-argiloso e com estrutura poliédrica subangular. Os **volumes de alterita** são vermelhos (2,5YR), vermelho-escuros (7,5YR e 2,5YR), amarelo-avermelhados (5YR) e/ou rosados (7,5YR) de P7 a Tr1, e amarelos (10YR) e brancos (5Y) de Tr6 a P15.
- Horizonte C-3: domínio do arenito Pirambóia pouco alterado, sendo as características da alterita e do solo semelhantes as do C-2

16.7 0 16.7 33.5 50.3 67.1 m

Escala Horizontal - 1: 1.040

RVC - Ruptura de Declive Convexa

RCC - Ruptura de Declive Côncava

TR 1 - Trincheira 1

P 1 - Tradagem 1

1,9 0 1,9 3,8 5,7 7,6 m

Escala Vertical - 1: 190

1,9 0 1,9 3,8 5,7 7,6 m

Escala do Solo - 1: 190

- **Horizonte Bi (incipiente):** trata-se de um horizonte areno-argiloso, mas com textura pouco diferenciada em relação ao horizonte ABi, situado verticalmente acima. Lateralmente, estende-se desde o final do segmento médio (Tr7) até parte do segmento inferior c (Tr6), em continuidade lateral ao Horizonte Bt.
- **Horizonte C-2:** caracteriza-se por apresentar volumes de alterita do Arenito Pirambóia entremeados por volumes de solo, padrão aqui denominado de “rede de alteração”. Lateralmente, estende-se de parte do segmento médio (P7) até o final do segmento inferior c (P15), em continuidade lateral ao Horizonte C-1. Verticalmente, localiza-se abaixo do horizonte Bt de P7 a P11, abaixo do Horizonte Bi de Tr7 até Tr6 e abaixo principalmente do Horizonte A de P13 a P15.
- **Horizonte C-3:** caracteriza-se pelo domínio de alterita do Arenito Pirambóia, apesar de ainda possuir, em pequenas quantidades, volumes alongados e estreitos do mesmo material descrito como solo no Horizonte C-2, situado verticalmente acima. Não é possível informar toda a sua extensão lateral, mas foi atingido pelas tradagens e trincheiras desde o segmento médio (P20) até o segmento inferior c (P15), no final do transecto.

A partir da sucessão vertical e da relação entre estes horizontes foram identificadas 5 classes de solos, sendo possível classificar, de acordo com os dados disponíveis, as 4 primeiras até o nível subgrupo e a 5ª classe de solo até o nível subordem:

- **NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico Argissólico:** ocorre desde o início do segmento superior (P26) até início do segmento médio (Tr2) do transecto. É formado pela sucessão vertical dos *Horizontes A moderado, AE com bandas, E com bandas e C-1*. Apresenta espessura sempre superior a 285 cm, mas atinge mais de 500 cm no P26 (Foto 4).

Este solo é classificado como Areia Quartzosa na antiga classificação de CAMARGO *et al.*(1987). Acrescenta-se que, conforme EMBRAPA (1999), o termo Neossolo (ordem) designa solo sem horizonte B diagnóstico; Quartzarênico (subordem) refere-se a solos com textura arenosa e ausência de minerais primários facilmente

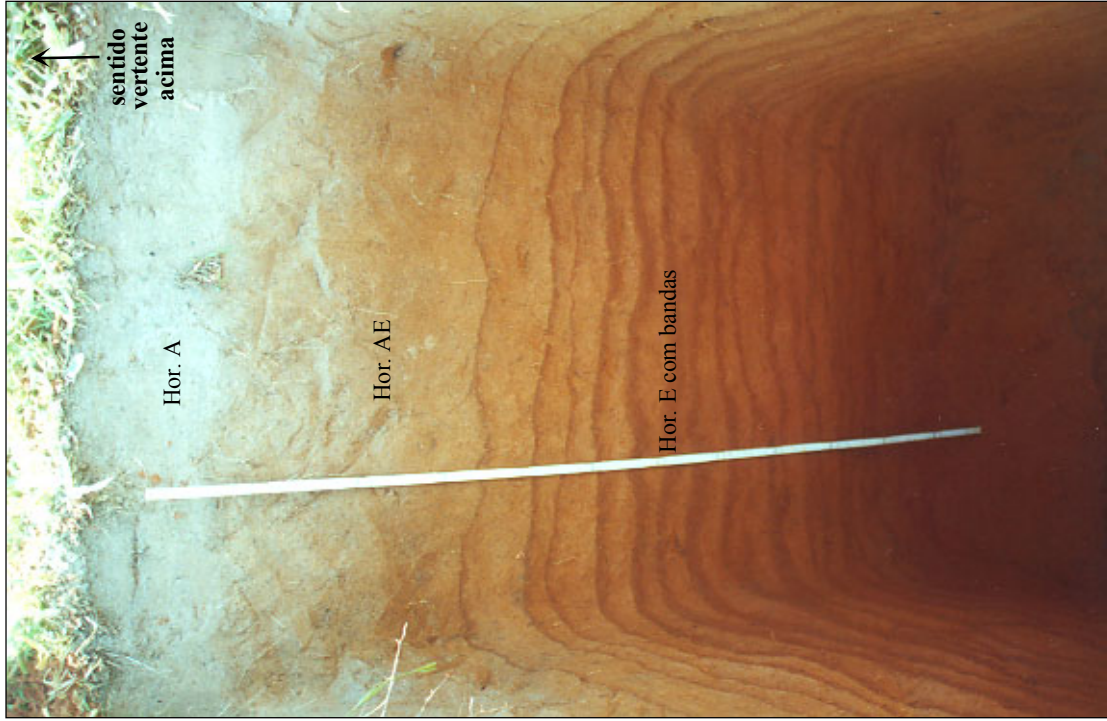


Foto: Sheila Furquim

Foto 4: Perfil de Neossolo Quartzarênico (segmento superior) observado na TR3 : sequência de horizontes A, AE e E com bandas . Nota-se a sucessão de bandas onduladas e interbandas, sendo que as bandas são mais espessas e mais avermelhadas em profundidade.

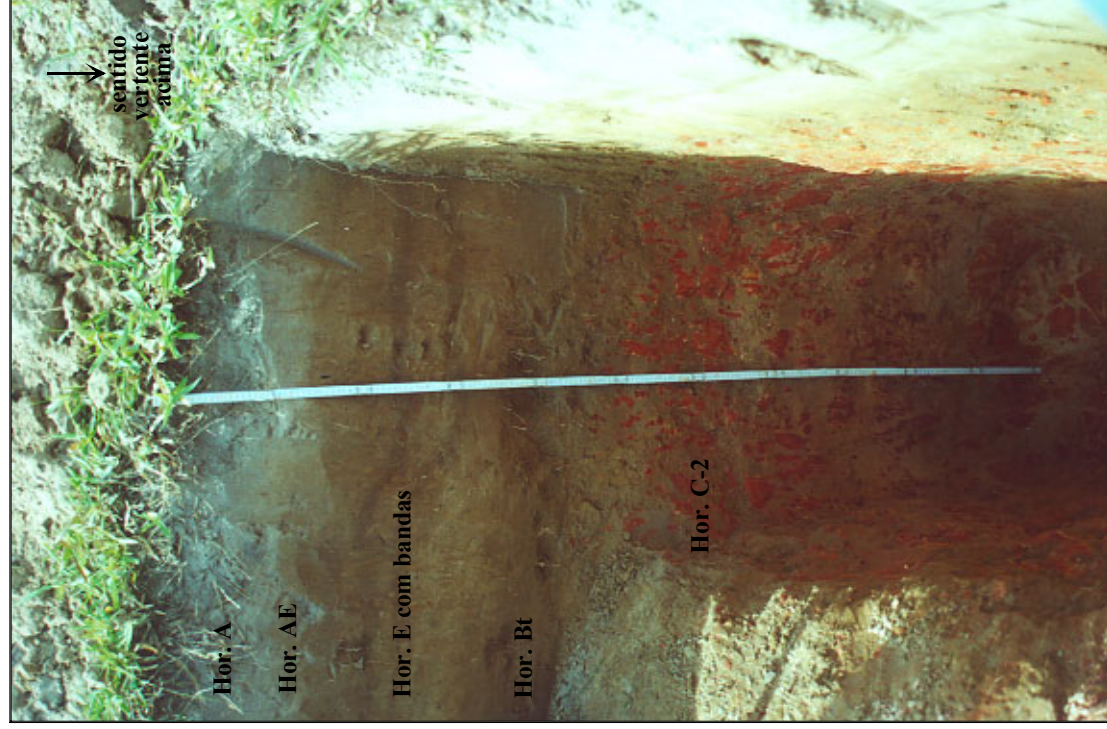


Foto: Sheila Furquim

Foto 5: Perfil de Argissolo Acinzentado (segmento médio), observado na TR5: sequência de horizontes A, AE, Bt e C-1. Nota-se a presença de apenas 2 bandas e a pequena espessura do horizonte E com bandas neste local.

alteráveis; Órtico (grande grupo) indica ausência de hidromorfia; e Argissólico (subgrupo) refere-se a presença de horizonte E nos primeiros 200 cm.

- **ARGISSOLO AMARELO Distrófico Típico e ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico Arênico:** estes Argissolos estão presentes no segmento médio do transecto, sendo que o primeiro estende-se da Tr2 até a Tr5 e o segundo da Tr8 até P11. São formados pela sucessão vertical dos *Horizontes A moderado, AE com bandas, E com bandas, Bt e C-1* ou pela sucessão vertical dos 4 primeiros e dos *Horizontes subjacentes C-2 e C-3*. O Argissolo Amarelo possui espessura superior a 130 cm e o Argissolo Acinzentado apresenta espessura maior que 80 cm (Foto 5).

Estes solos são classificados como Podzólico Amarelo e Podzólico Acinzentado, respectivamente, conforme a antiga classificação exposta por CAMARGO *et al.* (1987). Destaca-se que, conforme EMBRAPA (1999), o termo Argissolo (ordem) indica presença de horizonte Bt e argila de atividade baixa; Amarelo e Acinzentado (subordens) são designações referentes a cor nos 100 primeiros cm do perfil; Distrófico (grande grupo) refere-se a Saturação em Bases menor que 50% nos primeiros 100 cm do perfil; Arênico (subgrupo) refere-se a textura arenosa nos horizontes superficiais; e Típico (subgrupo) ao solo que não se enquadra em outra classe definida por este nível.

- **CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico Argissólico:** ocorre do final do segmento médio (Tr7) até parte do segmento inferior b (Tr6) e é constituído pela sucessão vertical dos *Horizontes A moderado, ABi, Bi, C-2 e C-3*. Sua espessura é superior a 145 cm (Fotos 6 e 7).

Este solo seria classificado como Cambissolo com A moderado na antiga classificação exposta por CAMARGO *et al.* (1987). Destaca-se que, conforme EMBRAPA (1999), o termo Cambissolo (ordem) indica presença do horizonte Bi (incipiente); Háplico (subordem) indica ausência de horizonte A hístico e húmico; Alumínico (grande grupo) refere-se ao alto teor de Al^{+3} no Bi; e Argissólico (subgrupo) refere-se a alta relação textural no Bi.

- **NEOSSOLO LITÓLICO:** estende-se do final do segmento inferior b (P13) até o segmento inferior c (P 15). É formado pela sucessão vertical dos *Horizontes A*

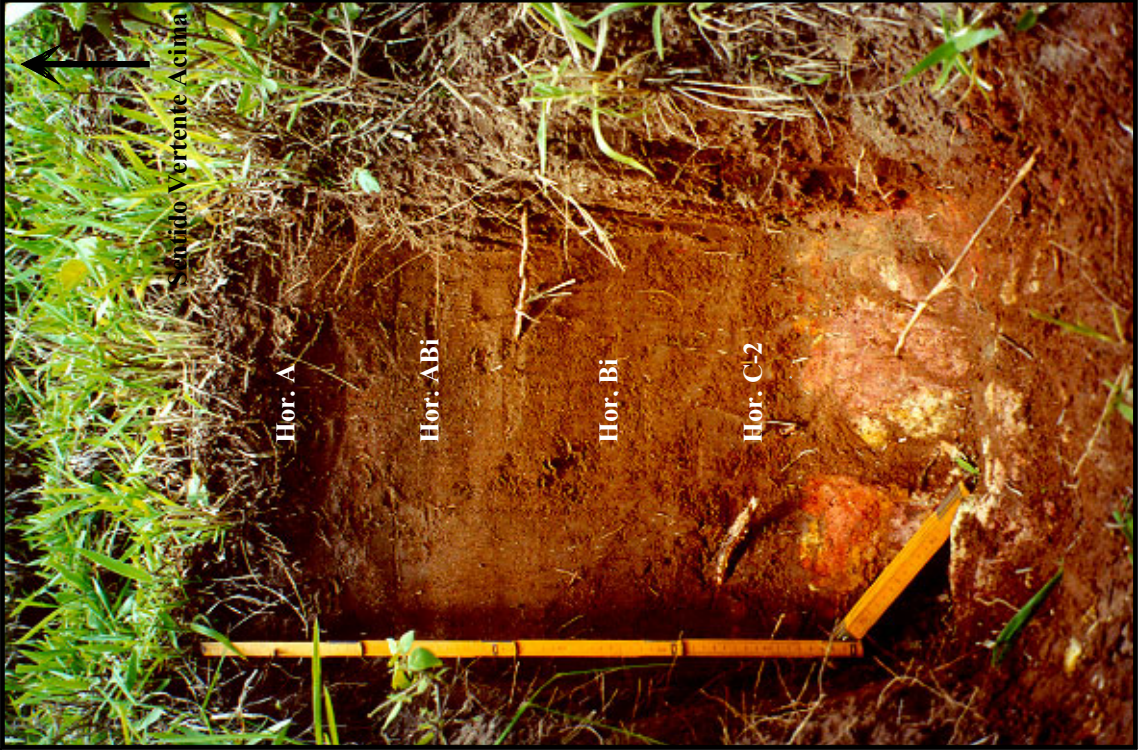


Foto: Sheila Furquim

Foto 6: Perfil de Cambissolo Háplico na TR1: sequência de horizontes A, ABi, Bi e C-2. Neste perfil já não se observa o horizonte (com bandas)

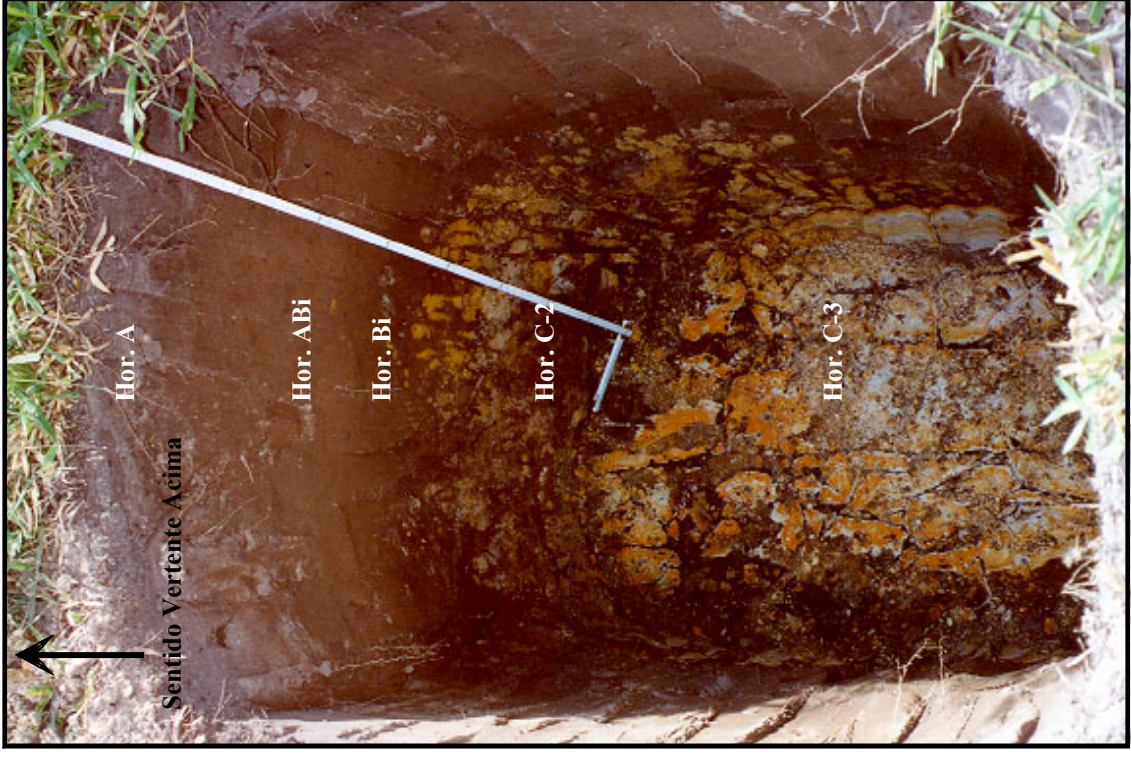


Foto: Rosely Pacheco Dias Ferreira

Foto 7: Perfil de Cambissolo Háplico na TR6: sequência de horizontes A, ABi, Bi, C-2 e C-3.

moderado, AB, C-2 e C-3 e principalmente da sucessão do primeiro e dos 2 últimos horizontes. Possui espessura próxima a 60 cm.

Este solo seria classificado como Solo Litólico na antiga classificação exposta por CAMARGO *et al.* (1987). Destaca-se que, conforme EMBRAPA (1999), o termo Neossolo (ordem) significa solo sem horizonte B diagnóstico e, Litólico (subordem), indica pequena espessura e presença de horizonte A sobreposto diretamente sobre a rocha ou alterita. Como não foram realizadas análises de laboratório em amostras específicas desta classe de solo, não foi possível classificá-la conforme outros níveis categóricos.

2.2 - Caracterização macromorfológica

2.2.1 - *Descrição macromorfológica dos horizontes*

A seguir, serão apresentados os dados macromorfológicos mais relevantes, obtidos pelas **descrições dos solos nos trabalhos de campo**. Neste item serão expostas as seguintes características para cada horizonte identificado: geometria em relação a forma do transecto, espessura, cor, textura, estrutura, porosidade, atividade biológica, presença de volumes de alterita e transições vertical para o horizonte subjacente e lateral para o horizonte contíguo situado vertente abaixo. Variações laterais (ao longo do transecto) ou verticais (em profundidade) de uma ou mais características **dentro** de cada horizonte são apontadas sempre que existentes. A descrição completa de cada tradagem (P) e trincheira (Tr) consta no Anexo 2. Cabe lembrar que a leitura da descrição apresentada a seguir deve ser acompanhada pelas Figuras 15 e 16.

- **Horizonte A (moderado)**: está presente nas 4 classes de solo do transecto. Possui geometria concordante à morfologia do transecto.

Este horizonte apresenta as seguintes variações de espessura e cor ao longo do transecto:

- No Neossolo Quartzarênico e nos Argissolos Amarelo e Acinzentado (P26 a P11), a espessura torna-se gradativamente menor, variando de 15 a 50 cm. Neste trecho domina o matiz 10YR e a cor bruna.

- Em grande parte do Cambissolo Háplico e no Neossolo Litólico (Tr7 a P15), a espessura é de 6 a 30 cm, portanto menor do que no trecho descrito acima. Há também o predomínio do matiz 10YR, mas com cores acinzentadas, tais como: bruno-acinzentada, bruno-acinzentada-escura e cinza-escura.

Não ocorrem importantes variações laterais e verticais em qualquer outra característica macromorfológica deste horizonte. Desta forma, possui textura arenosa, estrutura granular e porosidade tubular comum a abundante, com diâmetros menores que 1 mm até 1 cm. Em todo o horizonte há raízes fasciculadas em abundância e muitas partículas ou volumes milimétricos a centimétricos de areia lavada.

Nos segmentos inferiores (a, b e c) ocorrem volumes de alterita milimétricos a centimétricos, esbranquiçados, raros e esparsos.

As transições verticais para os horizontes subjacentes AE, ABi e C-2 são principalmente claras e onduladas. A transição lateral da cor bruna para a cor acinzentada ocorre de forma gradual, havendo cores intermediárias nas amostras das tradagens e trincheiras localizadas no trecho da mudança.

• **Horizonte AE com bandas:** está presente em toda a extensão do Neossolo Quartzarênico e dos Argissolos Amarelo e Acinzentado. Apresenta geometria concordante à morfologia do transecto.

Sua espessura apresenta significativa variação lateral, tornando-se gradativamente menor vertente abaixo: é de 20 a 80 cm no Neossolo Quartzarênico (P26 a Tr2) e de 11 a 50 cm nos Argissolos Amarelo e Acinzentado (Tr2 a P11).

Não ocorrem importantes variações laterais ou verticais em qualquer outra característica macromorfológica no interior deste horizonte. Assim, caracteriza-se pelo matiz 10YR e pela cor bruno-amarelada-escura, sendo esta semelhante, mas um pouco mais clara que a coloração do Horizonte A moderado. Possui textura arenosa, estrutura maciça com subestrutura poliédrica subangular e porosidade tubular abundante, com tamanho entre 0,2 e 3 mm.

Ocorrem raízes fasciculadas e grãos de areia lavada em abundância, mas ambos em menor quantidade do que no Horizonte A.

A transição vertical para o Horizonte E com bandas é abrupta e ondulada. Como pode ser observado nas Figuras 15 e 16, a transição lateral também ocorre para o horizonte E com bandas e é realizada de forma abrupta.

- **Horizonte E (eluvial), com bandas:** está presente em toda a extensão do Neossolo Quartzarênico e dos Argissolos Amarelo e Acinzentado. Apresenta geometria concordante à morfologia do transecto.

Possui variações laterais de espessura total do horizonte e de frequência de ocorrência das bandas e interbandas, além de variações verticais de espessura individual e contraste entre estas:

- No Neossolo Quartzarênico (P26 a Tr2) o horizonte, é de maneira geral, mais espesso, apresentando de 70 a 370 cm. As **bandas** são muito numerosas (12 a 20). Em menores profundidades estas são menos espessas (0,5 a 5 cm), apresentam forte contraste com as interbandas, matiz 7,5YR e cor bruno-forte, sendo esta coloração parecida com a do Horizonte AE, situado verticalmente acima; em maiores profundidades são mais espessas (5 a 10cm), apresentam fraco contraste com as interbandas, matiz 5YR e cor vermelho-amarelada, sendo esta coloração visualmente parecida com a do Horizonte C, situado verticalmente abaixo. As **interbandas** neste trecho são numerosas (12 a 20), possuem matiz 7,5 YR e coloração bruna em menores profundidades e bruno-forte em maiores profundidades. Ao contrário das bandas, as interbandas são gradativamente menos espessas em profundidade, possuindo variação total de 2 a 13 cm (Foto 4, já apresentada, e Foto 8).

- Nos Argissolos Amarelo e Acinzentado (Tr2 a P11), a espessura total é geralmente menor: 9 a 165 cm. As **bandas** são pouco numerosas (ocorrem 2 apenas), com espessura entre 2 a 4,5 cm, domínio do matiz 10YR e cor bruno-amarelada. As **interbandas** são principalmente de cor bruno-amarelada-clara (Foto 5, já apresentada, e Foto 9).

Não ocorrem variações laterais e verticais importantes em qualquer outra característica macromorfológica no interior deste horizonte. Assim, as **bandas** apresentam textura arenosa, mas com fraco acréscimo de argila em relação à interbanda e aos horizontes verticalmente superiores, estrutura poliédrica subangular, porosidade tubular comum milimétrica, em quantidade comum, e presença de raízes fasciculadas,



Foto: Sheila Furquim

Foto 8: Detalhe do horizonte E com bandas na TR3 (segmento superior): observa-se a coalescência e a menor nitidez das bandas em maiores profundidades.

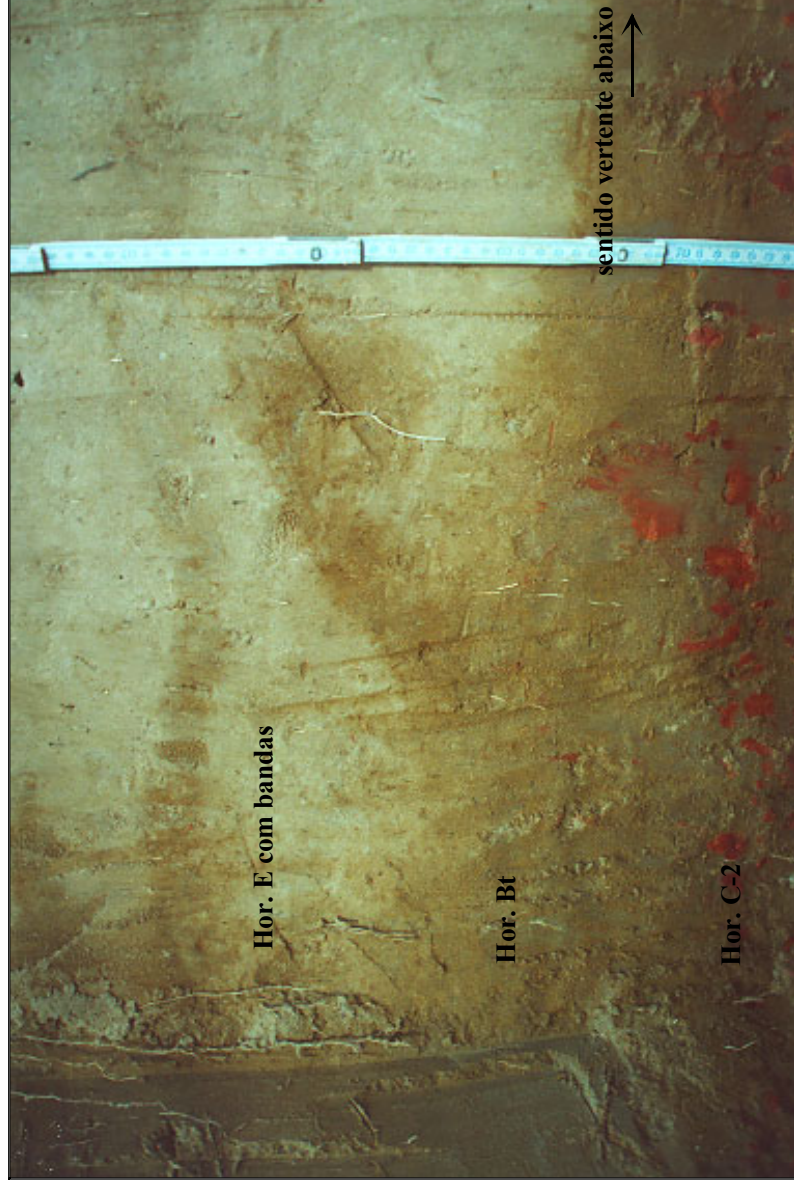


Foto: Sheila Furquim

Foto 9: Detalhe da transição entre o horizonte E com bandas e o horizonte Bt na parede lateral da TR5. Nota-se a presença de elos de ligação entre a banda e o Bt.

também em quantidade comum. Muitas vezes, ocorrem coalescências entre as bandas, isolando grandes lentes de volumes interbandas, além da presença de pequenos volumes de material semelhante ao da banda na interbanda e vice-versa. Nota-se ainda que os limites superiores das bandas são geralmente mais nítidos que os inferiores. Destaca-se que na Tr5 e Tr8 ocorrem elos de ligação entre a banda e o horizonte Bt subjacente.

As **interbandas** possuem textura arenosa, estrutura maciça e porosidade tubular milimétrica abundante. Há presença abundante de raízes e de grãos ou volumes milimétricos a centimétricos de areia lavada.

A transição vertical é gradual e ondulada para o Horizonte C-1 e abrupta e ondulada para o Horizonte Bt. Não foi possível observar a transição lateral para o horizonte ABi, mas a mudança ocorre em menos de 5 metros.

- **Horizonte C-1:** está presente no Neossolo Quartzarênico e em grande parte do Argissolo Amarelo. Possui forma concordante à morfologia do transecto. Não é possível apresentar sua espessura já que as tradagens e trincheiras não atingiram os limites inferiores deste horizonte.

Este horizonte apresenta as seguintes variações laterais de cor e textura:

- No Neossolo Quartzarênico (P26 a Tr2) possui matiz 7,5YR, cor intermediária entre bruno-forte e amarelo-avermelhada e textura arenosa, com fraco acréscimo de argila em profundidade. Destaca-se que na Tr2 a cor é transicionária entre esta e a dos Argissolos.

- No Argissolo Amarelo (de Tr2 até o final deste horizonte – P9), a cor passa a ser mais amarelada, mudando do matiz 7,5YR para 10YR nos últimos 16 metros de extensão lateral. A textura é ainda arenosa, porém com maior quantidade de argila do que no trecho anterior.

Quanto às outras características macromorfológicas, não ocorrem variações laterais ou verticais importantes. Deste modo, este horizonte apresenta estrutura maciça, porosidade tubular milimétrica em pequena quantidade e raízes em quantidade pouca a comum. Por suas características macromorfológicas, este horizonte é muito semelhante ao horizonte C do Neossolo Quartzarênico sem bandas presente na Zona Preservada e na Zona de Transição do *Glacis*.

Na grande maioria das tradagens e trincheiras foram encontrados volumes de alterita vermelhos, violáceos e esbranquiçados, milimétricos a centimétricos, localizados a partir de 220 metros de profundidade.

Como os limites inferiores deste horizonte não foram atingidos, não foi possível caracterizar sua transição vertical.

- **Horizonte Bt (textural):** ocorre nos Argissolos Amarelo e Acinzentado e apresenta variação interna lateral da geometria, espessura e cor:

- Em grande parte do Argissolo Amarelo (de P23 até P9), é discordante da morfologia do transecto, a espessura é maior (20 a 75 cm) e há domínio do matiz 7,5 YR e da cor bruno-forte.

- No trecho final do Argissolo Amarelo (P7 a Tr5) e no Argissolo Acinzentado (de Tr8 a P11), é concordante com a morfologia do transecto, a espessura é menor (9 a 55 cm) e há domínio do matiz 10YR e das cores bruno-amarelada (P7, P20 e Tr5) e bruna (Tr8 e P11).

Não há importantes variações laterais e verticais em qualquer outra característica macromorfológica no interior deste horizonte. Desta forma, este horizonte apresenta textura areno-argilosa (nitidamente com maior quantidade de argila que os horizontes descritos anteriormente), estrutura poliédrica subangular e porosidade tubular de tamanho menor que 1 mm até 5 mm, em quantidade abundante. Foram observados alguns pedotúbulos.

Há poucas raízes, sendo as existentes principalmente do tipo fasciculada. Identificou-se sinais de hidromorfia no Argissolo Acinzentado (Tr5 e Tr8) e de volumes de alterita milimétricos a centimétricos, vermelhos e violáceos na P20, Tr5 e P11.

A transição vertical para o Horizonte C-1 é gradual e ondulada e para o Horizonte C-2 é clara e ondulada. A transição lateral para o horizonte Bi ocorre de forma gradual, sendo detectada principalmente pela diminuição paulatina da espessura nas tradagens e trincheiras localizadas no trecho da mudança.

- **Horizonte ABi (incipiente):** está presente em toda a extensão do Cambissolo Háplico e em uma pequena parte do Neossolo Litólico. É concordante com a morfologia do transecto e apresenta 10 a 43 cm de espessura.

Este horizonte não possui variações laterais e verticais importantes quanto à maioria de suas características macromorfológicas: apresenta matiz 10YR, coloração predominantemente bruno-acinzentada, próxima a do Horizonte A sobrejacente, textura arenosa a areno-argilosa, já se aproximando à quantidade de argila do Horizonte Bi subjacente, estrutura maciça e porosidade tubular abundante, com diâmetro menor que 1 mm até 3 mm. Há quantidade comum de raízes fasciculadas e presença de partículas de areia lavada nas adjacências das raízes.

As únicas variações constatadas no interior deste horizonte são laterais e referem-se aos volumes de alterita encontrados na grande maioria das amostras:

- Em parte do Cambissolo Háptico (Tr7 a Tr1), os volumes de alterita são milimétricos a centimétricos, duros, avermelhados e violáceos, semelhantes a nódulos ferruginosos.

- Na outra parte do Cambissolo Háptico e em parte do Neossolo Litólico (Tr6 a P21) ocorrem volumes de alterita milimétricos a centimétricos, alaranjados e esbranquiçados.

Na Tr6 foram vistos sinais de hidromorfia com sutil coloração mais avermelhada.

A transição vertical para o Horizonte Bi subjacente é clara e plana. Este horizonte estende-se até o final do segmento inferior b, sendo lateralmente mais extenso que o horizonte Bi. Termina em continuidade lateral ao horizonte C-2, mas não foi possível observar esta transição.

• **Horizonte Bi (incipiente):** ocorre em toda a extensão do Cambissolo Háptico (Tr7 a Tr6). Apresenta geometria concordante com a morfologia do transecto e possui 10 a 25 cm de espessura.

Este horizonte não apresenta variações laterais e verticais importantes quanto à maioria de suas características macromorfológicas: possui matiz 10YR, cor bruna, textura areno-argilosa, porém não muito contrastada com a do Horizonte A_{Bi} sobrejacente, estrutura poliédrica subangular e porosidade tubular com quantidade comum e diâmetro menor que 1 mm até 1mm. Há poucas raízes, sendo estas principalmente fasciculadas.

Destaca-se que as únicas variações presentes neste horizonte são laterais e referem-se às características dos volumes de alterita, sendo tais variações muito semelhantes àquelas encontradas no Horizonte ABi.

Ocorrem, ainda, sinais de hidromorfia na Tr7. A transição vertical para o Horizonte C-2 subjacente é clara e ondulada. Este horizonte termina em continuidade lateral ao horizonte C-2, mas não foi possível observar esta transição.

- **Horizonte C-2:** apresenta forma concordante à morfologia do transecto e espessura entre 5 e 65 cm.

Não há variações laterais e verticais importantes nas características macromorfológicas do **solo** deste horizonte. Desta forma, este caracteriza-se pelo matiz 10YR, possuindo cor dominante bruna, textura areno-argilosa, mas com presença de silte e maior quantidade de argila que nos Horizontes Bt e Bi, estrutura poliédrica subangular (Tr5, Tr7 e Tr1) ou maciça (Tr8 e Tr6) e porosidade tubular em pequena quantidade e com tamanho menor que 1 mm até 3 mm.

Os **volumes de alterita** correspondem a blocos de arenito, orientados grosso modo no sentido vertical. No interior destes blocos há volumes circulares preenchidos por solo e envoltos por auréolas brancas e alaranjadas. Quanto à cor, os volumes da alterita apresentam variações laterais muito semelhantes àquelas encontradas nos Horizontes ABi e Bi.

A transição vertical é clara e ondulada para o Horizonte C-3. Como este horizonte estende-se até o final do transecto, não há transição lateral vertente abaixo.

- **Horizonte C-3:** apresenta geometria concordante à morfologia do transecto e espessura desconhecida, já que seus limites inferiores não foram atingidos pelas tradagens e trincheiras.

Quanto à cor, a **alterita** possui as variações laterais já registradas nos Horizontes ABi, Bi e C-2.

Os pequenos volumes estreitos e alongados de **solo** distribuídos no material de alteração do arenito não serão descritos aqui por apresentarem as mesmas características dos volumes de solo descritos no Horizonte C-2, como já citado. Cabe destacar, porém, que tais volumes encontram-se em todo o horizonte e que sua transição para o material

de alteração é abrupta. Além disto, esta transição é geralmente marcada por auréolas brancas e alaranjadas no próprio material de alteração.

Como os limites inferiores deste horizonte não foram atingidos, não foi possível caracterizar sua transição vertical. Como este horizonte estende-se até o final do transecto, não há transição lateral vertente abaixo.

2.2.2- Principais variações verticais e laterais das características macromorfológicas

O **Neossolo Quartzarênico** é o solo mais espesso do transecto. O horizonte E com bandas chega a atingir 370 cm e possui uma sucessão de até 20 bandas e 20 interbandas. Há maior contraste entre bandas e interbandas em menores profundidades que em maiores.

O matiz torna-se mais avermelhado das menores às maiores profundidades do perfil: é 10YR no A e AE, 7,5YR nas bandas próximas a superfície e 5YR nas bandas mais profundas e no horizonte C-1. A textura é mais arenosa nos horizontes A, AE e no E próximo à superfície e possui um pouco mais de argila em maiores profundidades do horizonte E e no C-1.

Os horizontes A e AE possuem raízes e areia lavada em grande abundância. A transição vertical é clara do horizonte A para o AE, abrupta do horizonte AE para a primeira banda do horizonte E, e gradual do E para o C-1.

A passagem lateral do Neossolo Quartzarênico para o Argissolo Amarelo no transecto ocorre principalmente pelo início do horizonte Bt, em continuidade lateral ao horizonte C-1. Destaca-se que este horizonte não termina neste ponto, mas permanece subjacente ao Bt. A transição lateral Bt / C-1 acontece gradualmente no máximo em 12 metros, tendo sido observada na Tr4, onde ainda ocorre a cor típica do horizonte C-1, mas há um aumento significativo de argila em relação a este horizonte.

O **Argissolo Amarelo** é menos espesso que o Neossolo Quartzarênico. O horizonte E com bandas possui apenas 2 bandas e 2 interbandas, com limites nítidos entre elas. O matiz 10YR está presente na maioria dos horizontes (A, AE, E com bandas e C-1), passando para 7,5YR apenas no Bt. De maneira geral, há maior quantidade de argila neste solo do que no Neossolo Quartzarênico. Além disto, a textura é nitidamente mais argilosa em profundidade: os horizontes A, AE e as interbandas do E são arenosos,

as bandas do E são arenosas, mas com maior presença de argila que os horizontes subjacentes, e o Bt passa a ser areno-argiloso.

Nos horizontes A e AE ainda há raízes e areia lavada em abundância. A transição vertical é clara do horizonte A para o AE, abrupta tanto do AE para E quanto deste para o Bt e gradual do Bt para o C-1.

A passagem lateral do Argissolo Amarelo para o Argissolo Acinzentado ocorre devido a mudança das cores, que passam a ser mais acinzentadas em todos os horizontes. Esta mudança lateral de cor ocorre de forma gradual, em cerca de 17 metros.

O **Argissolo Acinzentado** é menos espesso que o Argissolo Amarelo. Nesta classe de solo o horizonte C-1 não está mais presente e os horizontes C-2 e C-3 passam a ser atingidos pelas tradagens e trincheiras. O matiz 10YR domina em todos os horizontes, com exceção da alterita dos horizontes C-2 e C-3, que possui tonalidades avermelhadas e matizes diversos. Destaca-se que foram encontrados sinais de hidromorfia no horizonte Bt desta classe de solo.

A transição vertical é clara do Bt para o C-2 e deste para o C-3. Quanto às outras transições verticais e às variações de textura, o Argissolo Acinzentado assemelha-se ao Argissolo Amarelo.

A passagem lateral do Argissolo Acinzentado para o Cambissolo Háptico ocorre a partir do início do Bi, em continuidade lateral ao Bt, e do ABi, em continuidade lateral ao E com bandas. Estas transições ocorrem de forma gradual, no máximo em 24 metros ao longo do transecto. Tanto o Bt quanto o E com bandas desaparecem por completo com o surgimento do Bi e do ABi.

O **Cambissolo Háptico** é menos espesso que as 3 classes de solos anteriores. Predomina o matiz 10YR em todos os horizontes, mas a coloração é um pouco mais escura do que nos Argissolos. A cor da alterita varia ao longo do transecto: da Tr7 a Tr1 possui tonalidades avermelhadas e na Tr6 as tonalidades são esbranquiçadas. Há, de maneira geral, maior quantidade de argila do que nos solos presentes vertente acima, sendo esta quantidade superior em maiores profundidades dos seus perfis: o horizonte A é arenoso, o ABi é arenoso a areno-argiloso e o Bi e o solo do C-2 e C-3 são areno-argilosos. Desta forma não há tanto contraste textural entre o ABi e o Bi, como há entre o E com bandas e o Bt nos Argissolos.

Foi verificada um grande atividade biológica, principalmente da mesofauna do solo (formigas e cupins), nos perfis deste classe de solo. Destaca-se também a presença de sinais de hidromorfia principalmente no horizontes Bi. As transições verticais entre os horizontes são claras.

A passagem lateral do Cambissolo Háplico para o **Neossolo Litólico** ocorre com o término do horizonte diagnóstico Bi. Com isto, o horizonte A e/ou ABi assentam-se diretamente sobre o C-2, o qual se encontra mais próximo à superfície. Este solo é o menos espesso do transecto, mas as características de seus horizontes são semelhantes às do Cambissolo.

2.3 - Caracterização micromorfológica

Serão apresentados neste item os dados micromorfológicos mais relevantes, obtidos pelas **descrições de lâminas delgadas dos solos em microscópio óptico**. As fotos das lâminas estão expostas no final do item 2.3, nas páginas 87 a 91.

2.3.1 - *Descrição micromorfológica dos horizontes*

Cabe destacar que foram analisadas lâminas do Neossolo Quartzarênico, dos Argissolos Amarelo e Acinzentado e do Cambissolo Háplico, mas não de amostras específicas do Neossolo Litólico.

- **Horizonte A moderado:** a *pedofábrica* compõe-se de 50% de esqueleto, 10% de plasma e 40% de poros e possui distribuição relativa quitônica¹ (60%) e gefúrica² (40%). Há registros de intensa atividade biológica neste horizonte, tais como presença de raízes em cortes latitudinais e longitudinais e excrementos da mesofauna do solo (Foto 10).

O *esqueleto* é composto quase que exclusivamente por quartzo, mas com presença rara de alguns outros minerais, tais como zircão e turmalina; há ainda quartzo policristalino. Em todo o horizonte são bem selecionados, havendo forte predominância de partículas de areia fina (0,10 - 0,25 mm), mas com presença de partículas de areia média (0,25 - 0,5 mm) e de silte (0,002 - 0,05 mm). Destaca-se que na Tr6 (Cambissolo Háplico), as partículas apresentam grau de seleção ainda mais alto do que no restante do

¹ As partículas do esqueleto estão ligadas por pontes de plasma.

² As partículas do esqueleto estão total ou parcialmente rodeadas por plasma.

horizonte: apesar de ainda haver dominância de areia fina (0,10-0,25 mm), ocorre principalmente partículas entre 0,15 e 0,21 mm.

Em todo o horizonte, as partículas do esqueleto são lisas ou onduladas, sendo as maiores (areia média) arredondadas ou subarredondadas, com esfericidade média a alta, e as menores (areia fina e silte) subarredondadas ou subangulosas, com esfericidade média a baixa. Muitas partículas apresentam 1 ou mais tipos das seguintes feições: microfissuras, golfos de alteração, 2 superfícies: uma mais baixa, localizada na parte externa da partículas e outra mais alta, situada em sua parte interna, e ainda pedaços de partículas quebradas ainda dispostos no formato original de uma partícula maior, preservando inclusive os encaixes entre as partes originadas pela quebra. Em todas as feições superficiais das partículas ocorre um acúmulo do plasma isótico vermelho-escuro. Estas feições podem ser visualizadas nas Fotos 15 a 18, 20, 21 e 23 a 24, que não são especificamente deste horizonte.

O *plasma* deste apresenta as seguintes variações laterais:

- No Neossolo Quartzarênico domina a cor bruna (LN) e a estrutura silassépica³ (LP), com ocorrência secundária das estruturas mossépica⁴ e esquelssépica Foto 8 e 9⁵.

- Nos Argissolos Amarelo e Acinzentado o plasma ainda é bruno (LN) mas a estrutura mossépica é dominante (LP), com ocorrência secundária da estrutura esquelssépica.

- No Cambissolo Háptico, o plasma é bruno-escuro (LN), com as mesmas estruturas presentes nos Argissolos.

Em todo o horizonte há ainda ocorrências muito localizadas de um plasma vermelho escuro (LN) e isótico⁶ (LP), ora associado às irregularidades superficiais das partículas do esqueleto, como já mencionado, ora desassociado do esqueleto, em volumes arredondados presentes principalmente no Cambissolo Háptico.

³ Extinção em domínios dificilmente identificáveis (cintilantes).

⁴ Extinção em separações plásmicas em forma de agrupamento de ilhas.

⁵ Extinção em separações plásmicas ligadas ao esqueleto.

⁶ Sem orientação.

Os *poros* são principalmente canais⁷, em parte preenchidos por raízes e excrementos. Há em menor quantidade poros de empilhamento⁸, classificados como macroporos muito finos (0,07 – 0,21 mm). Ambos apresentam grau de comunicação fraco.

- **Horizonte AE com bandas:** a pedofábrica compõe-se de 50% de esqueleto, 5% de plasma e 45% de poros e apresenta distribuição relativa mônica⁹ (70%) e quitônica (30%) (Foto 11). Nota-se que há menor presença de plasma neste horizonte se comparado ao horizonte A moderado sobrejacente.

As características do *esqueleto* e *plasma* são muito semelhantes às presentes no Horizonte A sobrejacente, diferenciando-se apenas por possuir cor (LN) bruno-avermelhada no Neossolo Quartzarênico e no Argissolo Amarelo e bruno-alaranjada-escura no Argissolo Acinzentado.

Quanto aos *poros*, dominam os macroporos muito finos (0,07 a 0,21 mm) do tipo empilhamento, havendo canais em menores proporções. O grau de comunicação entre os poros é médio. Destaca-se que a presença de raízes e excrementos é menor neste horizonte do que no horizonte sobrejacente, apesar de serem ainda abundantes.

- **Horizonte E com bandas:** este horizonte apresenta algumas variações verticais e laterais na pedofábrica, conforme será exposto a seguir:

- No Neossolo Quartzarênico, em menores profundidades (próximo ao horizonte AE), as **bandas** apresentam pedofábrica composta por 50% de esqueleto, 15% de plasma e 35% de poros e distribuição relativa gefúrica (70%) e porfírica¹⁰ (30%); em maiores profundidades (próximo ao horizonte C-1) a pedofábrica das bandas compõe-se de 50% de esqueleto, 30% de plasma e 20% de poros e a distribuição relativa é porfírica. As **interbandas** possuem, em menores profundidades, pedofábrica composta de 45% de esqueleto, 5% plasma e 50% de poros e distribuição relativa quitônica (60%) e gefúrica (40%); em maiores profundidades, as interbandas passam a ter 50% de

⁷ Poros originados pela atividade biológica no solo. Em todos os horizontes do transecto, possuem forma alongada, circular ou oval e tamanho entre 0,245 - 1,225 mm. Este tamanho foi obtido pela medição da largura dos canais alongados e do eixo maior dos canais circulares e ovais.

⁸ Poros originados pelo arranjo estatístico entre plasma e esqueleto, com forma irregular.

⁹ As partículas do esqueleto estão distribuídas sem a presença de plasma.

¹⁰ As partículas do esqueleto estão distribuídas em uma matriz de plasma.

esqueleto, 10% de plasma e 40% de poros e a distribuição relativa é gefúrica. Desta forma, há mais plasma e menos poros nas bandas e interbandas localizadas nas maiores profundidades. Além disto, os limites entre as bandas e as interbandas são bastante contrastados nestas profundidades (Fotos 12 e 13).

- Nos Argissolos Amarelo e Acinzentado, as características gerais da pedofábrica das **bandas** são parecidas às presentes nas bandas menos profundas do Neossolo Quartzarênico, mas possuem um pouco menos de plasma: compõem-se de cerca de 50% de esqueleto, 10 a 15% de plasma e 35 a 40% de poros e possuem distribuição relativa gefúrica (80%) e porfírica (20%). Quanto às **interbandas**, as características são exatamente as mesmas das presentes nas interbandas menos profundas do Neossolo Quartzarênico (Foto 14).

Notou-se que em toda a extensão do horizonte, há zonas com menor quantidade de plasma no interior das bandas, assim como há zonas com maior quantidade de plasma no interior das interbandas.

O *esqueleto* das bandas e interbandas, em qualquer profundidade e extensão lateral, é muito semelhante àquele descrito no Horizonte A. As Fotos 15, 16, 17 e 18 mostram algumas das feições superficiais do esqueleto neste horizonte. Quanto ao *plasma* das bandas e interbandas, ocorrem as seguintes diferenças verticais e laterais:

- No Neossolo Quartzarênico, as **bandas** apresentam em menores profundidades, plasma bruno-avermelhado (LN), semelhante ao do horizonte sobrejacente AE, e predominantemente feições com orientação forte ou moderada (LP), dispostas principalmente em forma de pontes entre as partículas do esqueleto e associadas tanto aos poros quanto às outras estruturas plásmicas presentes (Foto 19); estas outras estruturas, que ocorrem em menores proporções, são do tipo silassépica ou mossépica. Em maiores profundidades o plasma das bandas é vermelho (LN), semelhante ao do horizonte C-1, e passa a apresentar as estruturas mossépica e silassépica como dominantes; as pontes com estrutura forte ou moderada estão presentes, mas em pequenas proporções. Nas **interbandas** não ocorrem estas pontes; em menores profundidades a cor é bruno-avermelhada (LN), igual a das bandas menos profundas e do horizonte AE, e a estrutura dominante é a silassépica (LP); em maiores

profundidades a cor passa a ser vermelha, como a das bandas mais profundas e a do horizonte C-1, e tanto a estrutura silassépica quanto a mossépica são dominantes.

- Nos Argissolos não há variações verticais nas características do plasma nas bandas e interbandas, mas há variação lateral de cor (LN). No Argissolo Amarelo as **bandas** continuam sendo bruno-avermelhadas (LN) e, no Argissolo Acinzentado, passam a ser bruno-alaranjadas-escuras; em ambas as classes de solo há nas bandas dominância da estrutura mossépica (LP), mas ocorre em menores proporções estrutura esquelssépica, além das feições com orientação forte ou moderada, dispostas em pontes. Nas interbandas o plasma possui as mesmas cores das bandas no Argissolos Amarelo e Acinzentado e estrutura mossépica dominante e esquelssépica secundária.

Destaca-se que em toda a extensão do horizonte é encontrado o plasma vermelho-escuro (LN) e isótico (LP), associado às feições superficiais do esqueleto, já presente nos horizontes A e AE.

Os *poros* das bandas e interbandas apresentam as seguintes variações verticais e laterais:

- No Neossolo Quartzarênico, as **bandas** possuem, em menores profundidades, principalmente canais, mas ocorrem em menores proporções mesoporos a macroporos muito finos (0,05 a 0,11 mm) do tipo empilhamento e microfissuras alongadas no plasma, classificadas como mesoporos (0,03 mm); o grau de comunicação entre estes poros é fraco. Em maiores profundidades os meso e macroporos de empilhamento passam a ser dominantes nas bandas, mas os canais e microfissuras continuam ocorrendo em menores proporções. Nas **interbandas**, em qualquer profundidade, dominam macroporos muito finos (0,07 a 0,21 mm) de empilhamento, mas ocorrem alguns canais, geralmente paralelos aos limites das bandas; nas interbandas menos profundas o grau de comunicação entre os poros é médio e nas mais profundas é fraco a médio.

- Nos Argissolos Amarelo e Acinzentado dominam os poros de empilhamento, havendo secundariamente canais, tanto nas bandas quanto nas interbandas. Nas **bandas** os poros de empilhamento são classificados como meso a macroporos muito finos (0,05 a 0,11 mm), com grau de comunicação fraco; nas **interbandas**, os poros de

empilhamento são macroporos muito finos (0,07 a 0,21 mm), com grau de comunicação médio.

No meio dos canais das bandas são encontradas partículas soltas do esqueleto, muitas vezes associadas ao plasma, formando pequenos agregados com limites rugosos (Fotos 20 e 21).

- **Horizonte C-1:** a pedofábrica compõe-se de 55% de esqueleto, de 30% de plasma e 15% de poros, apresenta distribuição relativa porfírica (70%) e gefúrica (30%) (Foto 22). Destaca-se que são encontradas pequenas zonas com mais plasma, onde há apenas distribuição relativa porfírica.

O *esqueleto* é muito semelhante ao dos horizontes descritos anteriormente. As Fotos 23 e 24 mostram as feições do esqueleto neste horizonte. O *plasma* é ora mais avermelhado ora mais amarelado, assim como nos horizontes A, AE e E com bandas: é vermelho no Neossolo Quartzarênico e vermelho-amarelo no Argissolo Amarelo. Apresenta estruturas dominantes (LP) silassépica e mossépica, apesar de ocorrer, em menores proporções, estrutura esquelssépica e estrutura com orientação forte ou moderada, disposta principalmente em pontes. Destaca-se ainda a presença localizada do plasma vermelho-escuro (LN), isótico (LP), associado às irregularidades superficiais das partículas do esqueleto. Nas pequenas zonas com mais plasma as feições com pontes de plasma com orientação forte ou moderada passam a ser um pouco mais abundantes.

Os *poros* são principalmente canais não comunicantes entre si e, secundariamente, mesoporos (0,035 a 0,053 mm) de empilhamento. Cabe destacar que os canais deste horizonte possuem, em suas bordas, plasma silassépico ou mossépico com aspecto rugoso e, em seu interior, muitas pápulas compostas por este mesmo tipo de plasma.

- **Horizonte Bt:** apresenta *pedofábrica* composta por 50% de esqueleto, 40% de plasma e 10% de poros e distribuição relativa porfírica (70%) e gefúrica (30%). Cabe destacar que ocorrem pequenas zonas com menor quantidade de plasma e com distribuição relativa gefúrica dominante e porfírica associada (Foto 25).

O *esqueleto* assemelha-se ao dos horizontes já descritos, mas as feições presentes em suas partículas (golfos de dissolução e todas as outras descritas) estão em pequena quantidade e frequência neste horizonte. O *plasma* apresenta cor vermelha (LN) no Argissolo Amarelo e laranja-escura no Argissolo Acinzentado. As estruturas silassépica e mossépica são dominantes (LP), havendo pequenas proporções de estrutura esquelssépica e de estrutura com orientação forte ou moderada, disposta principalmente em pontes entre as partículas do esqueleto. Há ainda o plasma isótico, que, neste horizonte, está associado às irregularidades superficiais do esqueleto ou encontra-se distribuído entre as partículas, de modo semelhante ao presente na alterita do Horizonte C-2 subjacente.

Os *poros* são principalmente meso a macroporos de empilhamentos (0,045 a 0,07 mm), com fraco grau de comunicação entre si, mas secundariamente ocorrem canais, não comunicantes.

- **Horizonte de Transição ABi:** a *pedofábrica* é composta por 50% de esqueleto, 10% de plasma e 40% de poros e possui distribuição relativa quitônica, sendo que o arranjo no entorno das partículas é muito semelhante ao presente na alterita do Horizonte C-3. Ocorrem algumas pequenas zonas com mais plasma e com distribuição relativa quitônica dominante e gefúrica associada (Foto 26).

O *esqueleto* apresenta as mesmas características dos horizontes descritos anteriormente, mas as feições presentes em suas partículas (golfos de dissolução e todas as outras descritas) estão em pequena quantidade e frequência neste horizonte. Como acontece no Horizonte A sobrejacente, na Tr6 (Cambissolo Háptico) as partículas apresentam grau de seleção ainda mais alto do que no restante do horizonte. O *plasma* é bruno-avermelhado-escuro (LN), porém um pouco mais claro que o do horizonte A, e apresenta as estruturas mossépica e silassépica (LP) como dominantes, mas ocorre em menores proporções a estrutura esquelssépica e o plasma isótico, associado às partículas do esqueleto.

Quanto aos *poros*, as características são as mesmas daquelas presentes no Horizonte de transição AE. Muitos canais estão parcialmente preenchidos com partículas do esqueleto associados ao plasma ou por restos de raízes e excrementos da mesofauna do solo.

- **Horizonte Bi:** a pedofábrica é composta por 55% de esqueleto, 30% de plasma e 15% de poros e apresenta distribuição relativa porfírica (65%), distribuída em forma de reticulado, e gefúrica (35%), nos espaços internos deste reticulado (Foto 27).

O *esqueleto* apresenta as mesmas características dos horizontes descritos anteriormente, mas as feições presentes em suas partículas (golfos de dissolução e todos as outras descritas) estão em pequena quantidade e frequência neste horizonte. Como acontece nos Horizontes A e ABi sobrejacentes, na Tr6 (Cambissolo Háplico) as partículas apresentam grau de seleção ainda mais alto do que no restante do horizonte.

O *plasma* é bruno-avermelhado-escuro (LN), com dominância das estruturas mossépica e silassépica, mas ocorre em menores proporções a estrutura esquelssépica e o plasma vermelho-escuro, associado às irregularidades superficiais do esqueleto ou distribuído entre as partículas.

Os *poros* são principalmente meso a macroporos de empilhamentos (0,045 a 0,07 mm), com grau de comunicação fraco. Há secundariamente canais não a medianamente comunicantes entre si e microfissuras alongadas no plasma, principalmente na Tr6.

- **Horizontes C-2 e C-3:** será apresentada a descrição da alterita e, em seguida, do solo que compõe estes horizontes. Optou-se pela descrição conjunta destes horizontes pelo fato de suas características micromorfológicas serem muito similares.

A *petrofábrica* da **alterita** caracteriza-se por uma intercalação de faixas alongadas com maior e menor concentração de cimento, dispostas paralelamente ou em forma de reticulado (Foto 28):

- Nos Argissolos e em parte do Cambissolo Háplico as faixas com maior concentração de cimento possuem cerca de 65% de arcabouço, 25% de cimento e 10% de poros e as com menor concentração possuem geralmente 70% de arcabouço, 10% de cimento e 20% de poros.

- Na outra parte do Cambissolo Háplico (Tr6), há menor presença de cimento: as faixas com maior concentração possuem cerca de 70% de arcabouço, 15% de cimento e 15% de poros e as com menor concentração possuem geralmente 70% de arcabouço, 5 a 10% de cimento e 15 a 20% de poros. Ocorrem ainda zonas com 100% de arcabouço,

ou seja, as partículas estão encostadas umas nas outras, não havendo cimento nem poros visíveis entre elas.

Os limites da alterita com os solos são abruptos.

O *arcabouço* apresenta características semelhantes às já descritas para o esqueleto dos horizontes pedológicos. Diferencia-se por apresentar partículas essencialmente lisas e por ter pouquíssimas microfissuras, golfos de alteração ou duas superfícies. Assim como acontece em todos os horizontes subjacentes, na Tr6 (Cambissolo Háptico) as partículas apresentam grau de seleção ainda mais alto do que nas outras trincheiras (Foto 28).

O *cimento* é vermelho escuro, provavelmente composto por óxidos ou hidróxidos de ferro. Distribui-se de forma pelicular¹¹ e intersticial¹², sendo que este último parece estar mais disperso que o primeiro (Foto 28). Os *poros* são intergranulares, de empacotamento aberto¹³, com tamanhos variáveis entre 0,035 e 0,053 mm. Há contudo muitos canais, tanto no interior quanto nas bordas da alterita, onde se observa presença de cimento mais disperso que parece estar sendo carregado.

A zona esbranquiçada, já identificada na descrição macromorfológica, possui cerca de 80% de arcabouço, 5% de cimento e 15% de poros (Foto 29), sendo suas características muito semelhantes às já descritas na pedofábrica da alterita. Os limites com o solo e a alterita são abruptos.

A *pedofábrica* do **solo** deste horizonte é composta por 50% de esqueleto, 30% de plasma e 20% de poros. Apresenta distribuição relativa porfírica (65%) e gefúrica (35%). Há muitos cortes latitudinais e longitudinais de raízes e excrementos da mesofauna do solo. Os limites com a alterita são abruptos (Foto 29).

O *esqueleto* assemelha-se ao denominado arcabouço da alterita, mas as feições presentes em suas partículas (golfos de dissolução e todas as outras descritas) estão em pequena quantidade e frequência neste horizonte. O *plasma* diferencia-se do presente na rocha: é principalmente laranja claro nos Argissolos e laranja-escuro no Cambissolo; em ambos possui pontos mais escurecidos. Apresenta, em geral, estruturas dominantes

¹¹ O cimento encontra-se ao redor das partículas do arcabouço.

¹² O cimento distribui-se entre as partículas do arcabouço.

mossépicas e insépica¹⁴ (LP), mas há em menores proporções estrutura esquelssépica e plasma vermelho-escuro isótico, ora associado às feições superficiais do esqueleto, ora circundando as partículas, assim como na alterita, ora distribuído entre as partículas.

Os *poros* são principalmente canais não a medianamente comunicantes, mas ocorrem também meso a macroporos de empilhamento (0,045 a 0,105 mm), com grau de comunicação fraco a médio.

2.3.2 - Principais variações verticais e laterais das características micromorfológicas

No **Neossolo Quartzarênico** percebe-se um aumento geral de plasma dos horizontes mais superficiais aos mais profundos. Este fato pode ser confirmado pelas mudanças de distribuição relativa nos perfis analisados, sendo preferencialmente quitônica e mônica nos horizontes A e AE, respectivamente, gefúrica e quitônica nas bandas e interbandas mais superficiais, respectivamente, porfírica e gefúrica nas bandas e interbandas mais profundas, respectivamente, e porfírica no C-1.

Este solo possui a maior quantidade de feições associadas às partículas do esqueleto, tais como golfos de dissolução e fissuras associadas ao plasma vermelho-escuro, duas superfícies e partículas quebradas em duas ou mais partes. As características do plasma diferenciam-se nos perfis. Quanto a cor do plasma (LN), o horizonte A é bruno, os horizontes AE e E com bandas (próximo a superfície) são brunovermelhados e os horizontes E com bandas (em maiores profundidades) e C-1 são vermelhos. Quanto a estrutura plásmica, os horizontes A e AE são predominantemente silassépicas, as bandas mais superficiais possuem orientação forte ou moderada, predominantemente em pontes entre as partículas do esqueleto e, tanto nas interbandas mais superficiais quanto nas bandas e interbandas mais profundas volta a dominar a estrutura silassépica. Por fim, no horizonte C-1 predomina a estrutura silassépica ao lado da mossépica.

Os horizontes A, AE e as interbandas do horizonte E são os que possuem as maiores porcentagens e os maiores tamanhos de poros, sendo estes principalmente canais no primeiro e de empilhamento nos dois últimos, todos com grau de comunicação médio. Nas bandas e no horizonte C-1 há menor quantidade de poros,

¹³ Originados pelo arranjo estatístico das partículas.

sendo estes fracamente comunicantes; nas bandas mais superficiais e no C-1 dominam os canais e nas bandas mais profundas há principalmente poros de empilhamento.

No **Argissolos Amarelo e Acinzentado** há, de uma maneira geral, mais plasma do que no Neossolo Quartzarênico. Nos perfis dos Argissolos também ocorre um aumento geral do plasma dos horizontes mais superficiais aos mais profundos. A distribuição relativa em cada horizonte aponta esta tendência, já que é quitônica no horizonte A, mônica no AE, gefúrica e quitônica, nas bandas e interbandas, respectivamente, e porfírica no Bt, C-1 e no solo dos horizontes C-2 e C-3.

No Argissolo Amarelo, a tonalidade do plasma continua a ser, de modo geral, avermelhada enquanto no Argissolo Acinzentado a tonalidade passa a ser alaranjada: no Argissolo Amarelo, os horizontes AE e E com bandas possuem plasma bruno-avermelhado e os horizontes Bt e C-1 têm plasma vermelho; no Argissolo Acinzentado, o AE e E com bandas tem plasma bruno-alaranjado-escuro, o do Bt é laranja-escuro, e o solo do C-2 e C-3 é bruno-alaranjado.

Quanto as estruturas plásmicas, passa a dominar nestas 2 classes de solos a mossépica; nas bandas do horizonte E ocorre ainda, em menores proporções, as feições com estrutura forte ou moderada. No solo do C-2 e C-3 a estrutura mossépica ocorre em proporções semelhantes à estrutura insépica. Na alterita dos horizontes C-2 e C-3 o cimento é vermelho-escuro e principalmente isótico.

Os horizontes A, AE e as interbandas do horizonte E continuam sendo os que possuem as maiores porcentagens e os maiores tamanhos de poros nestas 2 classes de solos, sendo estes poros principalmente do tipo canais no primeiro e de empilhamento nos 2 últimos, todos com grau de comunicação médio. Nas bandas, no Bt, no C-1, C-2 e C-3 há menor quantidade de poros, sendo em geral menores, do tipo canais ou de empilhamento, não a fracamente comunicantes.

No **Cambissolo Háplico** a presença geral de plasma é um pouco maior do que nos Argissolos, havendo um aumento dos horizontes mais superficiais aos mais profundos. A distribuição relativa aponta esta tendência já que os horizontes A e ABi são quitônicos e os horizontes Bi e o solo do C-2 e C-3 são principalmente porfíricos.

¹⁴ Extinção em separações plásmicas na forma de ilhas

O plasma é, de maneira geral, mais escuro do que nas outras 3 classes de solo descritas e volta a ter tonalidades um pouco mais avermelhadas. No horizonte A é bruno-escuro e nos horizontes ABi e Bi é bruno-avermelhado-escuro; o solo do horizonte C-1 e C-2 diferencia-se pois apresenta cor bruno-alaranjada. Em todos os horizontes desta classe de solo predominam as estruturas mossépica e silassépica; na alterita dos horizontes C-2 e C-3 o cimento é vermelho-escuro e principalmente isótico. A distribuição do cimento na alterita e do plasma no Horizonte Bi é muito semelhante, pois ocorre em forma de reticulado.

Os horizontes A e ABi possuem as maiores porcentagens e os maiores tamanhos de poros nesta classe de solo, sendo estes poros principalmente canais no A e de empilhamento no ABi, ambos com grau de comunicação médio. No Bi, C-1, C-2 e C-3 há menor quantidade de poros, sendo em geral menores, não a fracamente comunicantes.

2.4 - Resultados das análises físicas, mineralógicas e químicas

Serão descritas as variações dos dados absolutos de cada parâmetro físico, químico e mineralógico na cobertura pedológica como um todo e os resultados do teste de covariância entre cada parâmetro, a profundidade dos perfis (distribuição vertical dos horizontes) e o comprimento do transecto (distribuição lateral). São ainda apresentadas as tendências de distribuição vertical e lateral das médias de cada parâmetro, conforme já comentado no Capítulo III – Procedimentos Metodológicos.

Cabe lembrar que foram analisadas amostras do Neossolo Quartzarênico, dos Argissolos Amarelo e Acinzentado e do Cambissolo Háptico, mas não há dados específicos do Neossolo Litólico.

2.4.1- *Análises físicas*

- Granulometria

A classificação textural apresentada a seguir, realizada a partir de LEMOS & SANTOS (1996), diferencia-se da classificação textural simplificada apresentada no item 2.2 por ser baseada nos resultados das análises granulométricas e não nas descrições de campo.

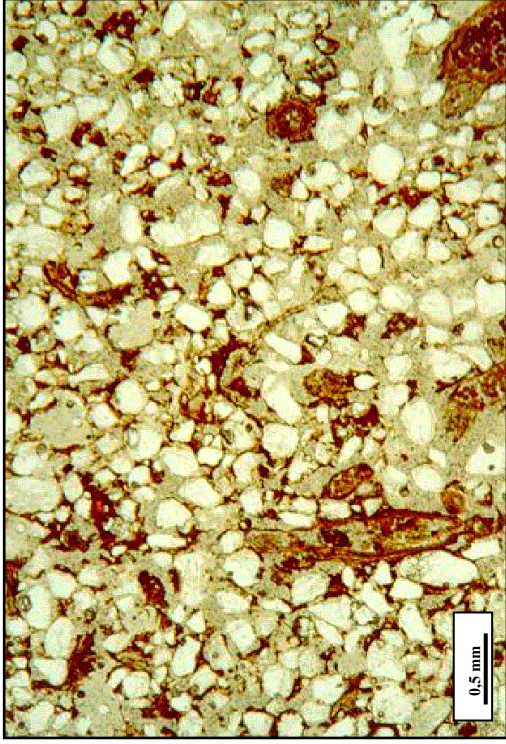


Foto: Sheila Furquim

Foto 10: LN - Horizonte A (Cambissolo Háplico). Nota-se que a distribuição relativa é quitônica ou gefúrica; observa-se ainda muitas feições associadas à atividade biológica, principalmente raízes (aumento original: 2,5x10).

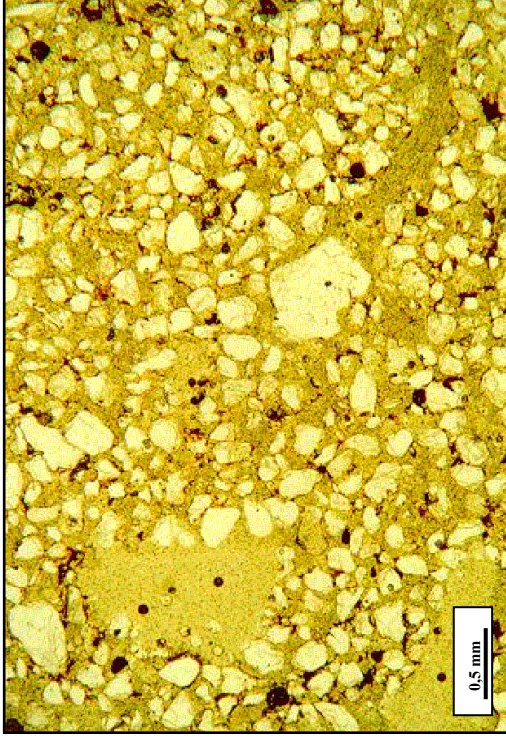


Foto: Sheila Furquim

Foto 11: LN - Horizonte AE (Argissolo Amarelo). Observa-se a distribuição relativa mônica e a grande quantidade de poros (aumento original: 2,5x10).

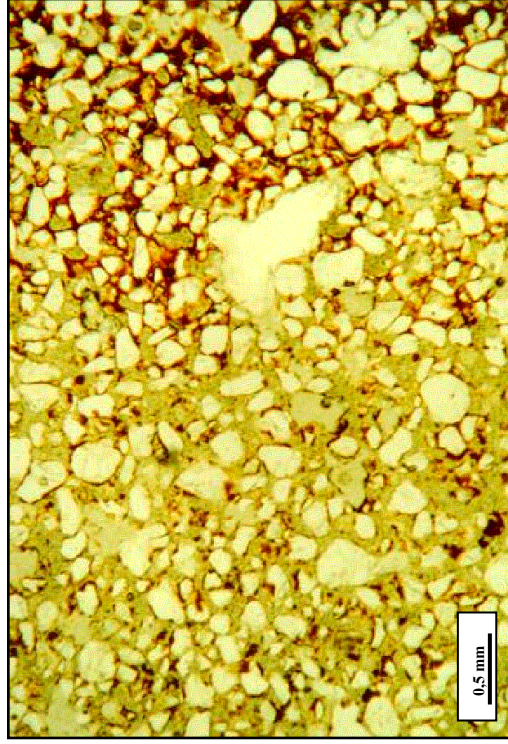


Foto: Sheila Furquim

Foto 12: LN - Horizonte E com bandas (Neossolo Quartzarênico): contraste entre banda, com distribuição relativa gefúrica ou porfírica, e a interbanda, com distribuição relativa quitônica dominante (aumento original: 2,5x10).

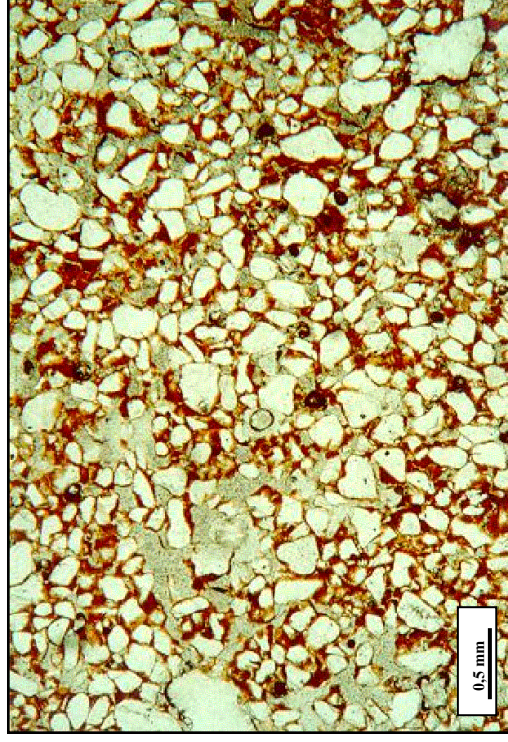


Foto: Sheila Furquim

Foto 13: LN - Horizonte E com bandas (Neossolo Quartzarênico). Banda em maiores profundidades do perfil, com distribuição relativa predominantemente porfírica (aumento original: 2,5x10).

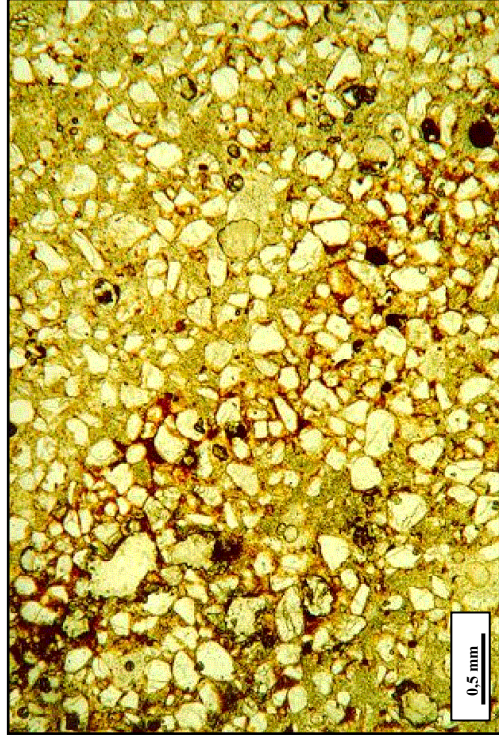


Foto: Sheila Furquim

Foto 14: LN - Horizontes AE (acima e à direita) e E com bandas (no centro e abaixo, à esquerda) (Argissolo Acinzentado). Nota-se que a banda apresenta distribuição relativa gástrica dominante, com menor quantidade de plasma que as bandas do Neossolo Quartzarênico (aumento original: 2,5x10).

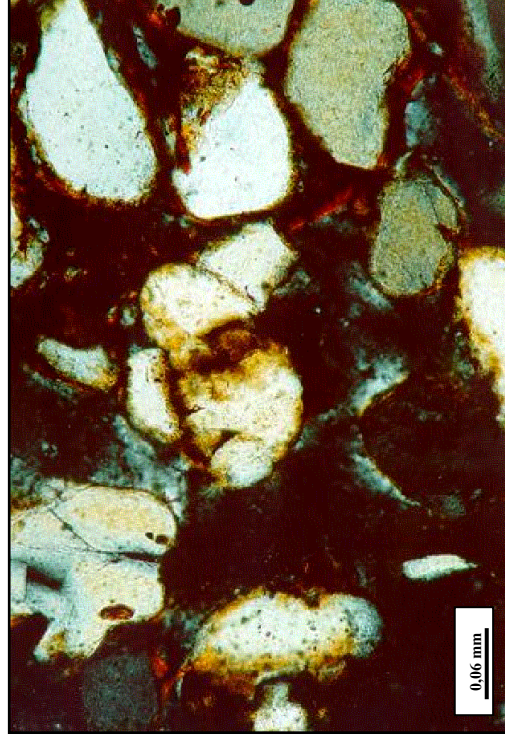


Foto: Sheila Furquim

Foto 15: LP - Horizonte E (Neossolo Quartzarênico). Observa-se no centro da foto pedaços de partícula quebrada, associados ao plasma vermelho-escuro, e na maioria das partículas da foto, golfos de dissolução, também associados a este plasma (aumento original: 20x10).

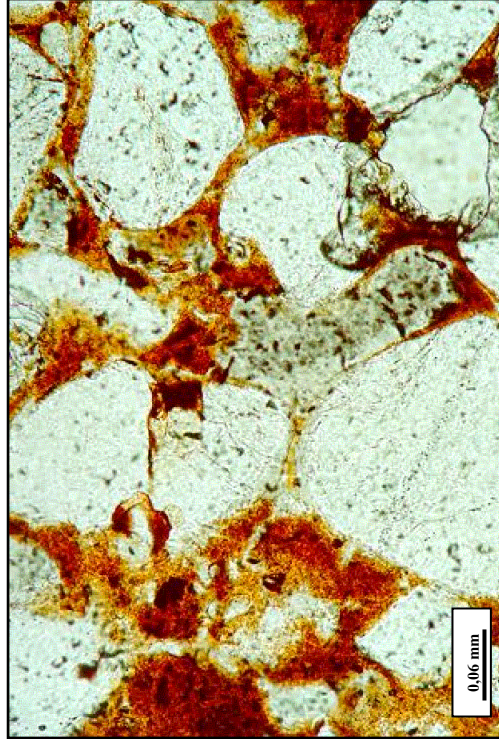


Foto: Sheila Furquim

Foto 16: LN - Horizonte E (Neossolo Quartzarênico). Nota-se a presença do plasma vermelho-escuro nos golfos de dissolução e nas fissuras das partículas do esqueleto (aumento original: 20x10).

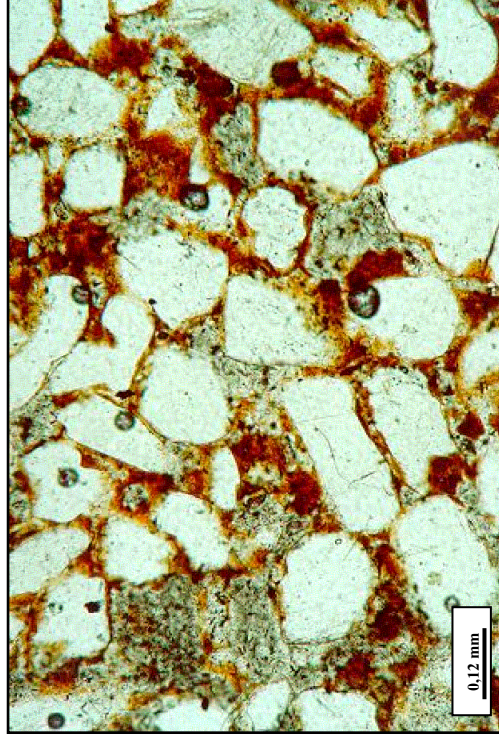


Foto: Sheila Furquim

Foto 17: LN - Horizonte E (Neossolo Quartzarênico). Presença de golfos de dissolução em grande parte das partículas (aumento original: 10x10).

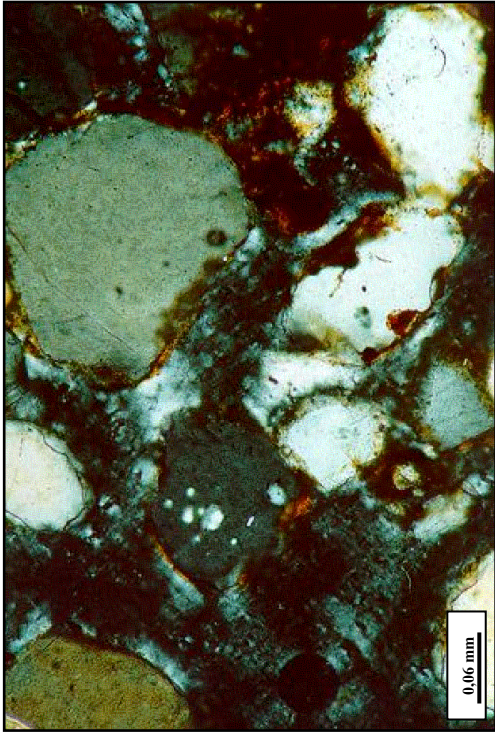


Foto: Sheila Furquim

Foto 18: LP - Horizonte E (Neosolo Quartzarênico). Destaca-se, no centro e parte inferior da foto, golfos de dissolução associados ao plasma vermelho-escuro e pedaços originados pela quebra de partícula; na parte superior da foto, partículas com duas superfícies (aumento original: 20x10).

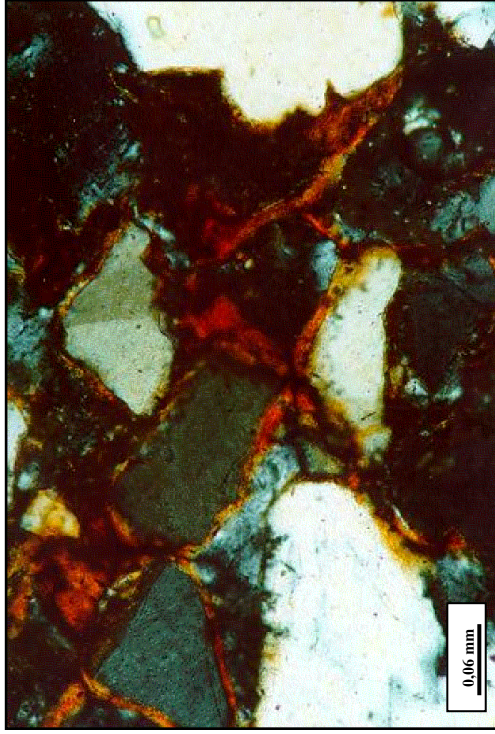


Foto: Sheila Furquim

Foto 19: LP - Horizonte E (Neosolo Quartzarênico). Nota-se as feições com orientação moderada (LP), dispostas principalmente em forma de pontes entre as partículas do esqueleto (aumento original: 20x10).

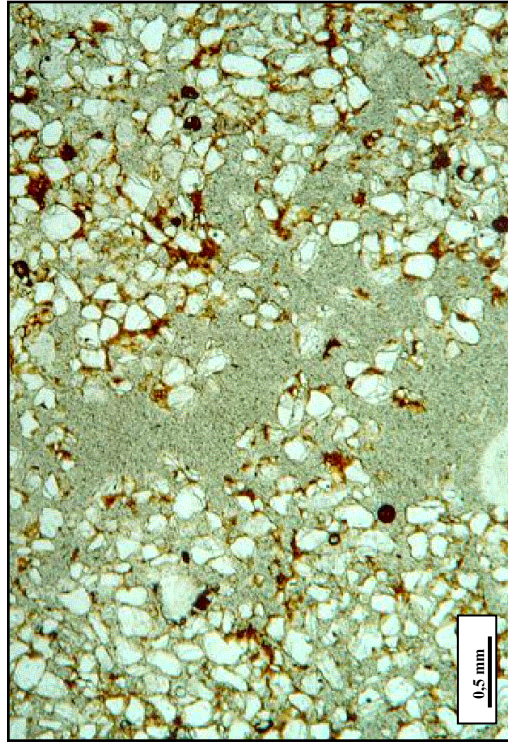


Foto: Sheila Furquim

Foto 20: LN - Contato entre os horizontes AE e E (Argissolo Acinzentado). Nota-se no centro da foto um grande canal e, em seu interior, partículas soltas do esqueleto, associadas ou não ao plasma, formando pequenos agregados com limites rugosos

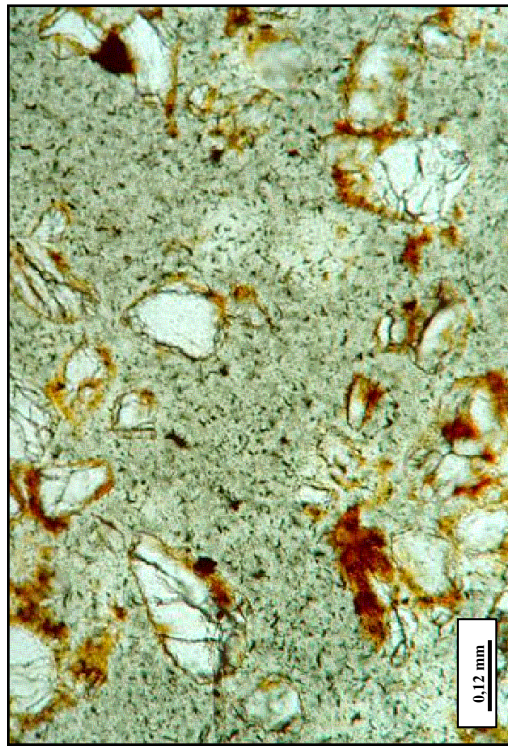


Foto: Sheila Furquim

Foto 21: LN - Contato entre os horizontes AE e E (Argissolo Acinzentado). Detalhe das partículas soltas e do plasma no interior do canal. Destaca-se a presença de fissuras e de duas superfícies nas partículas do esqueleto (aumento original: 10x10).

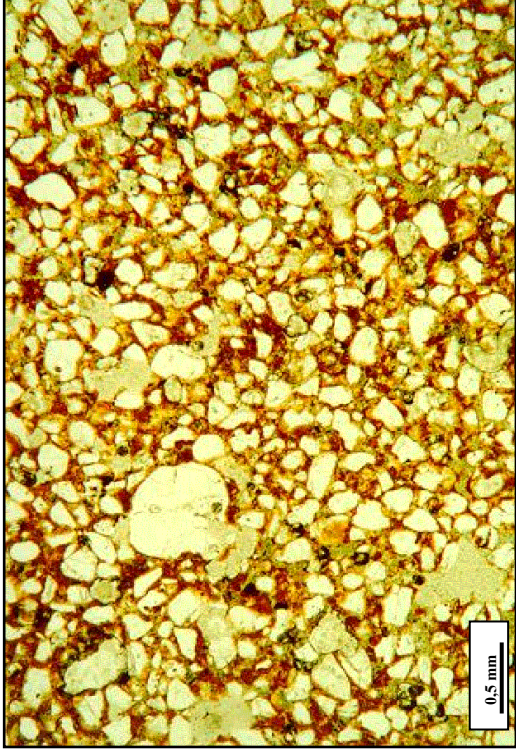


Foto 22: LN - Horizonte C-1 (Argissolo Amarelo). Observa-se a distribuição relativa porfírica dominante (aumento original: 2,5x10).



Foto 23: LN - Horizonte C-1 (Neossolo Quarzênico). No centro da foto nota-se que a partícula do esqueleto parece estar se dividindo em vários pedaços, havendo plasma vermelho-escuro no contato entre estes (aumento original: 20x10).



Foto 24: LN - Horizonte C-1 (Neossolo Quarzênico). Nota-se a partícula dividida em 2 pedaços, no centro da foto, e golfos de dissolução na maioria das partículas presentes na foto (aumento original: 20x10).

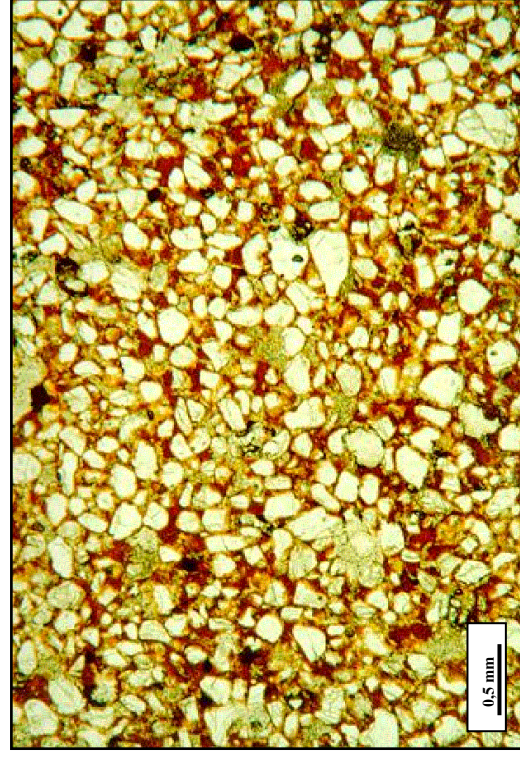


Foto 25: LN - Horizonte Bt (Argissolo Amarelo). Observa-se a distribuição relativa porfírica dominante (aumento original: 2,5x10).

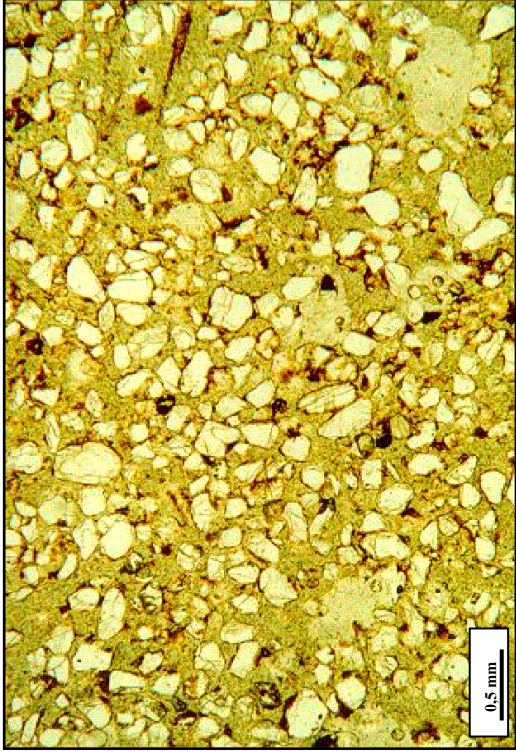


Foto: Sheila Furquim

Foto 26: LN - Horizonte ABi (Cambissolo Háptico). Observe-se a distribuição relativa quítonica dominante (aumento original: 2,5x10).

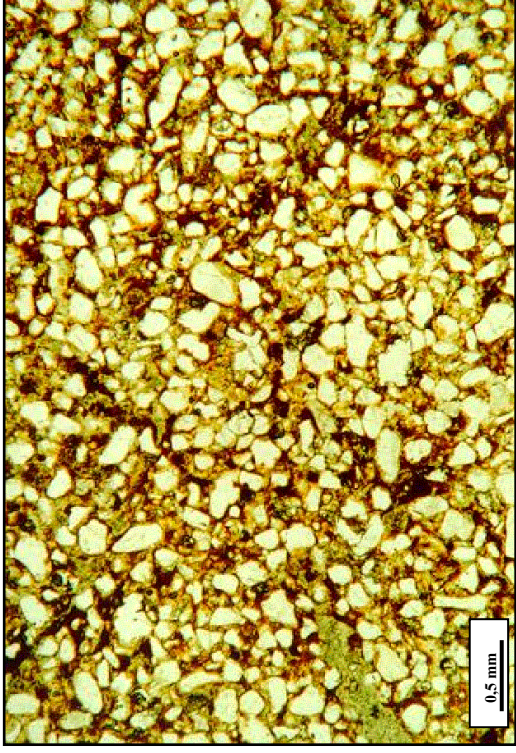


Foto: Sheila Furquim

Foto 27: LN - Horizonte Bi (Cambissolo Háptico). Observe-se a distribuição relativa porfirica, distribuída em forma de reticulado, e gefúrica, nos espaços internos deste reticulado (aumento original: 2,5x10).

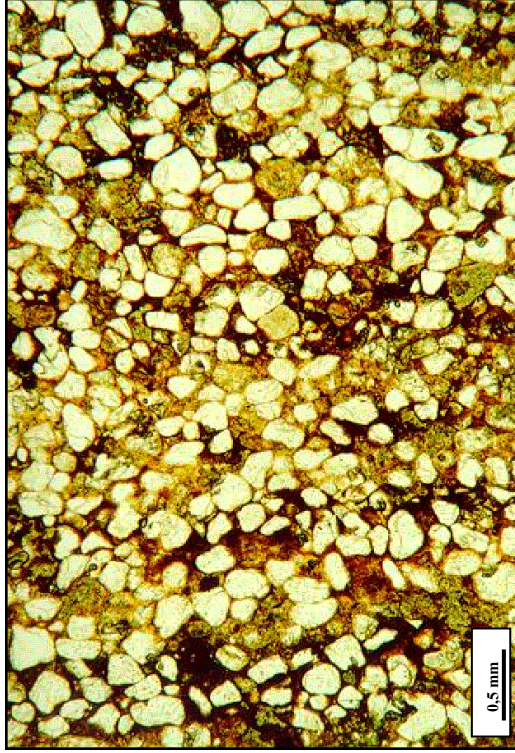


Foto: Sheila Furquim

Foto 28: LN - Horizonte C-2/Alterita (Cambissolo Háptico). Observe-se intercalação de faixas alongadas com maior e menor concentração de cimento, dispostas paralelamente. É possível notar ainda a maior seleção das partículas do esqueleto (aumento original: 2,5x10).

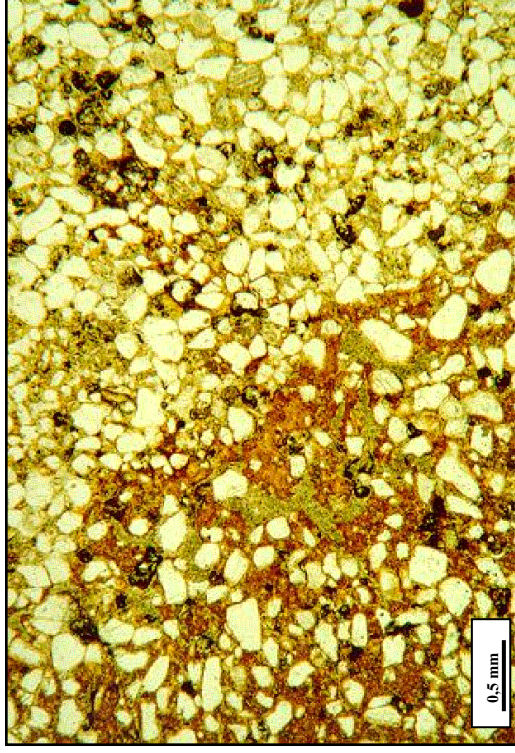


Foto: Sheila Furquim

Foto 29: LN - Horizonte C-3 (Cambissolo Háptico). Nota-se limite abrupto entre a alterita (zona branca), à direita da foto, e o solo, à esquerda da foto (aumento original: 2,5x10).

O Horizonte **A moderado** apresenta textura areia (P26 e Tr2), areia franca (Tr8, Tr7 e Tr6) e franco arenosa (Tr1), o horizonte **AE com bandas** possui textura areia (Tr2) e areia franca (P26 e Tr8) e o horizonte **ABi** possui textura areia franca (Tr7 e Tr6) e franco arenosa (Tr1). A distribuição das frações granulométricas é semelhante nestes 3 horizontes, havendo domínio das porcentagens totais de areia fina (65 a 81%), seguida principalmente pela argila (6 a 14%). Destaca-se que as porcentagens totais de areia fina destes horizontes são as maiores do transecto assim como os valores de argila são os menores. A areia média, areia muito fina e silte estão representados por porcentagens totais normalmente inferiores a 10 % e a areia muito grossa e grossa não estão presentes na maioria das amostras (Quadro 2).

As bandas do horizonte **E com bandas** apresentam textura areia franca e as interbandas classificam-se como areia. Tanto nas bandas quanto nas interbandas as porcentagens totais de areia fina são dominantes, sendo contudo maiores nas interbandas (74 a 78%) do que nas bandas (68 a 78%). A fração argila é a segunda mais abundante nas bandas (8 a 14%) e, nas interbandas, esta posição é ocupada ora pela areia média (3 a 11%), ora pela areia muito fina (4 a 7%). Apesar das porcentagens totais de argila nas bandas ser superior à das interbandas, a diferença entre estes valores não é muito grande, tendo sido registrado um máximo de 6%.

O horizonte **C-1** apresenta textura areia franca, com dominância da fração areia fina (72 a 74%), seguida pela fração argila (12 a 14%). A areia grossa, areia média, areia muito fina e silte possuem porcentagens totais inferiores a 8% e a areia muito grossa é inexistente.

Os horizontes **Bt** e **Bi** apresentam características granulométricas semelhantes já que ambos possuem textura franco arenosa, com dominância de areia fina (64 a 67%) seguida por argila (14 a 22%), destacando um forte aumento das porcentagens totais desta última fração em relação aos horizontes subjacentes. A areia média, areia muito fina e o silte possuem porcentagens totais inferiores a 12% e a areia muito grossa e grossa são inexistentes.

O solo presente no horizonte **C-2** possui textura franco-arenosa (Tr6) e franco-argilo-arenosa (Tr7 e Tr1), apresentando altos teores totais de argila (12 a 27%) se comparados aos outros horizontes da seqüência pedológica. Apesar de ainda

QUADRO 2 - Resultados das Análises Granulométricas

Trincheira/ Prof. de coleta (cm)	Horizonte	Areia (%)						Silte (%)	Argila (%)	Rel. S/A
		MG	G	M	F	MF	Total			
P-26										
0-30	A	0	0	7	80	3	90	4	6	0,66
30-50	A	0	1	6	81	2	90	2	8	0,25
50-80	AE	0	0	6	78	4	88	2	10	0,20
100-150	E (B + I)	0	1	7	79	3	90	2	8	0,25
400-430	E (B + I)	0	1	9	71	3	84	2	14	0,14
450-500	C-1	0	1	7	73	3	84	2	14	0,14
Tr-3										
70-80	E (B + I)	0	1	11	71	3	86	4	10	0,40
90-120	E (B)	0	1	14	68	3	86	2	12	0,16
150-165	E (B)	0	0	10	73	5	88	4	8	0,50
170-200	E (B)	0	1	11	72	4	88	2	10	0,20
Tr-2										
0-15	A	0	0	11	76	3	90	4	6	0,66
30-40	AE	0	0	8	78	4	90	2	8	0,25
50-75	E (I)	0	0	10	74	4	88	4	8	0,50
100-110	E (B)	0	0	9	71	4	84	2	14	0,14
180-190	E (B+I)	0	1	8	65	2	76	4	20	0,20
255-285	C-1	0	0	8	72	6	86	2	12	0,16
Tr-4										
55-110	Bt	0	0	5	67	6	78	4	18	0,22
110-240	C-1	0	0	6	74	4	84	2	14	0,14
Tr-5										
30-40	AE	0	0	6	73	5	84	6	10	0,60
44-61	E (B)	0	0	3	78	7	88	4	8	0,50
61-77	Bt	0	0	2	65	5	72	6	22	0,27
77-100	C-2 (solo)	0	0	2	66	8	76	4	20	0,20
100+	C-2 (alt.)	0	0	14	67	3	84	8	8	1,00
120+	C-3	0	0	6	76	4	86	4	10	0,40
Tr-8										
0-12	A	0	0	5	77	6	88	4	8	0,50
15-26	AE	0	0	3	76	5	84	4	12	0,33
46-54	E (I)	0	0	3	78	7	88	6	6	1,00
61-67	Bt	0	0	4	65	5	74	6	20	0,30
75+	C-3	8	5	10	45	6	74	14	12	1,16
Tr-7										
0-5	A	0	0	3	72	7	82	6	12	0,50
06-15	ABi	0	0	4	69	9	82	6	12	0,50
23-37	Bi	0	0	2	65	7	74	6	20	0,30
40-60	C-2 (solo)	0	0	3	61	4	68	10	22	0,50
40-60	C-2 (alter.)	1	3	10	67	3	84	10	6	0,60
Tr-1										
0-15	A	0	0	7	69	4	80	6	14	0,42
15-40	ABi	0	0	7	65	6	78	6	16	0,37
60-70	C-2 (solo)	0	0	6	52	5	63	10	27	0,37
75+	C-3 (A)	0	0	15	66	5	86	10	4	2,50
75+	C-3 (B)	0	1	7	56	7	71	10	19	0,52
Tr-6										
0-13	A	0	0	17	62	3	82	6	12	0,50
45	ABi	0	0	11	74	3	88	4	8	0,50
60-70	Bi	0	0	12	64	4	80	6	14	0,42
80-110	C-2 (solo)	0	0	10	68	2	80	8	12	0,66
80-110	C-2 (alter.)	0	0	16	62	2	80	12	8	1,50
135+	C-3	0	0	4	69	7	80	12	8	1,50

MG: muito grossa / G: grossa / M: média / F: fina / MF: muito fina / B: banda / I: interbanda / Rel. S/A: relação silte/argila

dominantes, as porcentagens totais de areia fina são as menores de todo transecto (52 a 68%) e as de silte as maiores (4 a 10%). As porcentagens totais de areia média e areia muito fina são normalmente inferiores a 8% e a areia muito grossa e grossa são inexistentes.

A alterita presente no horizonte C-2 e dominante no horizonte C-3 apresenta textura areia-franca (Tr5, Tr7, Tr1A, Tr6) e franco-arenosa (Tr1 e Tr8). Há predominância de areia fina em todas as amostras coletadas (45 a 76%), apesar de haver maiores quantidades nos volumes esbranquiçados presentes nas trincheiras Tr5, Tr1 e Tr6. Como segunda fração mais abundante há variação principalmente entre a areia média (4 a 16%) e silte (4 a 14%). As porcentagens totais de argila permanecem entre 4 e 19%, sendo mais abundantes na Tr5 e na Tr1. Destaca-se que os materiais de alteração destes horizontes possuem, em maioria, menores porcentagens totais de argila e maiores de areia média e silte em relação aos outros horizontes descritos.

A partir da descrição realizada acima, nota-se a forte dominância da fração areia fina, seguida principalmente pela fração argila, e a inexistência ou valores muito baixos de areia muito grossa e areia grossa na grande maioria dos horizontes.

De acordo com os resultados do teste de covariância, as porcentagens de silte variam de forma significativa com o comprimento lateral do transecto, havendo uma tendência ao aumento de silte da alta a baixa vertente (Quadro 3, Figura 17). Entretanto, ainda de acordo com este teste, as porcentagens de areia fina e de argila não variam de modo significativo com comprimento lateral do transecto (Quadro 3). Apesar disto, é possível perceber pela simples análise dos dados absolutos e pelas médias que as porcentagens mais altas de areia fina e mais baixas de argila estão no Neossolo Quartzarênico (P26, Tr3 ou Tr2) e que, por outro lado, há baixas porcentagens médias de areia fina e altas porcentagens médias de argila no Cambissolo Háptico (Tr7 e Tr1) (Figura 17; Quadro 4).

Os resultados do teste de covariância indicam que as porcentagens de areia fina e argila variam significativamente com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 3). Esta variação pode ser demonstrada pela distribuição das médias: nas 3 classes de solo analisadas (Neossolo Quartzarênico, Argissolos e Cambissolo Háptico), as maiores porcentagens médias de areia fina e as menores porcentagens médias de argila estão nos

QUADRO 3: Resultados das análises de covariância dos dados granulométricos com o comprimento lateral do transecto e a distribuição vertical dos horizontes

Dados Químicos	Areia Média		Areia Fina		Areia Total		Silte		Argila		Relação s/a	
	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²
Comprim. Lateral	0.998	0.161	0.074	0.578	0.132	0.395	0.009	0.741	0.630	0.488	0.261	0.449
Distrib. Vertical	0.685		0.010		0.003		0.000		0.005		0.023	

onde: P - probabilidade e r² – coeficiente de determinação

QUADRO 4: Valores de média e desvio padrão por trincheira (laterais) dos resultados das análises granulométricas

Trincheira	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia total	Silte	Argila	Relação silte/argila
P26	0.00±0.00 ¹	0.67±0.52	7.00±1.10	77.00±4.05	3.00±0.63	87.67±2.94	2.33±0.82	10.00±3.35	0.27±0.19
Tr3	0.00±0.00	0.75±0.50	11.5±1.73	71.00±2.16	3.75±0.96	87.00±1.16	3.00±1.15	10.00±1.63	0.31±0.16
Tr2	0.00±0.00	0.17±0.41	9.00±1.27	72.67±4.55	3.83±1.33	85.67±5.28	3.00±1.10	11.33±5.16	0.32±0.21
Tr4	0.00±0.00	0.00±0.00	5.50±0.70	70.50±4.95	5.00±1.41	81.00±4.24	3.00±1.41	16.00±2.83	0.18±0.05
Tr5	0.00±0.00	0.00±0.00	5.50±4.55	70.83±5.57	5.33±1.86	81.67±6.25	5.33±1.63	13.06±29.00	0.49±0.29
Tr8	1.60±3.58	1.00±2.24	5.00±2.92	68.20±13.99	5.80±0.84	81.60±7.13	6.80±4.15	11.60±5.37	0.66±0.40
Tr7	0.20±0.45	0.60±1.34	4.40±3.21	66.80±4.15	6.00±2.45	78.00±6.78	7.60±2.19	14.40±6.54	0.48±0.11
Tr1	0.00±0.00	0.40±0.55	8.40±3.72	61.60±7.23	5.40±1.14	75.60±8.85	8.40±2.19	16.00±8.34	0.84±0.93
Tr6	0.00±0.00	0.00±0.00	11.67±4.68	66.50±4.72	3.50±1.87	81.67±3.20	8.00±3.35	10.33±2.66	0.85±0.51

onde ¹: média ± desvio-padrão

FIGURA 17: Médias Laterais das Principais Frações Granulométricas no Transecto Espraiado

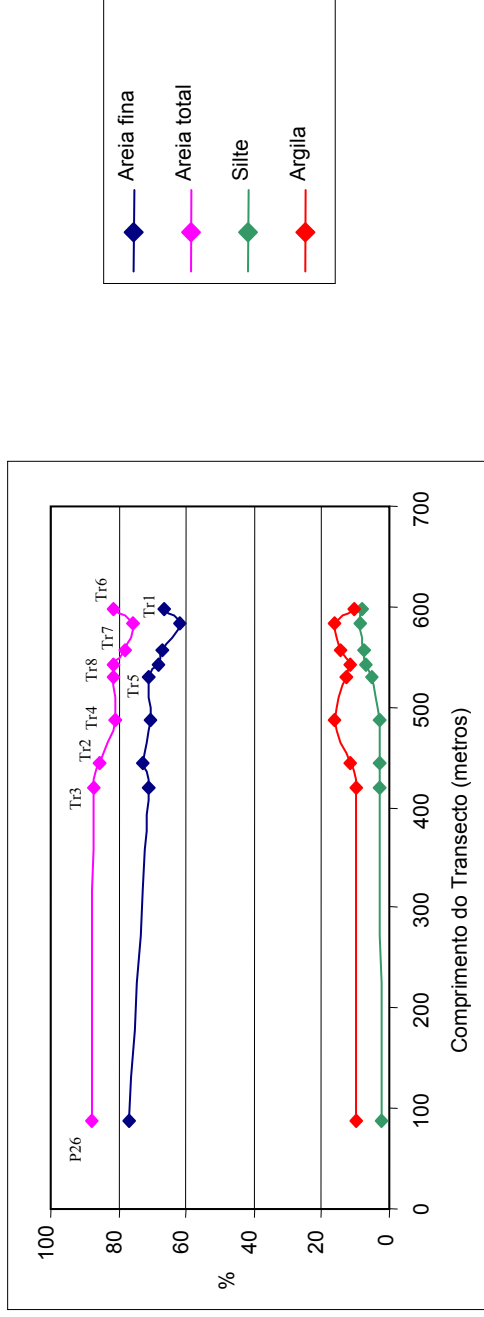
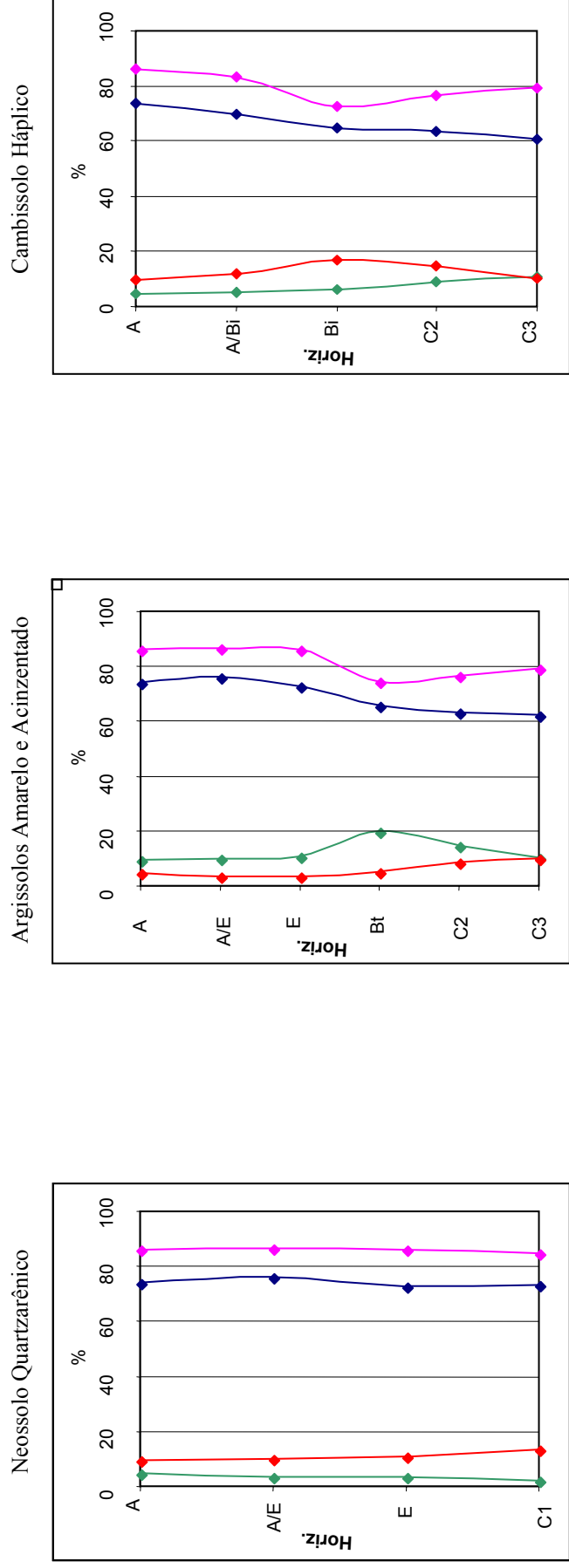


FIGURA 18: Médias Verticais das Principais Frações Granulométricas em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado



horizontes mais superficiais A e AE; as menores porcentagens médias de areia fina estão nos horizontes mais profundos C-2 e C-3; e as maiores porcentagens de argila estão nos horizontes Bt e Bi (Figura 18; Quadro 5).

Vale ressaltar que os teores de argila e de areia fina do horizonte E com bandas em geral variam conforme a profundidade deste horizonte: mais próximo à superfície assemelham-se aos horizontes A e AE e, em maiores profundidades, aos horizontes C-1 ou C-2 (Quadro 2).

- Relação silte / argila

Os valores totais da relação silte/argila variam de 0,14 a 1,50 (Quadro 2). Vale destacar que os valores da relação silte/argila variam de forma estatisticamente significativa com a distribuição vertical dos horizontes, mas não significativa com o comprimento lateral do transecto (Quadro 3).

Mesmo não havendo variação significativa, a análise simples dos dados absolutos e da distribuição das médias ao longo do transecto mostram que a relação silte/argila tende a ser menor no Neossolo Quartzarênico, indicando solos mais intemperizados, e maior no Cambissolo Háplico, o que indica solos menos intemperizados (EMBRAPA, 1999) (Figura 19; Quadros 4).

2.4.2 - Análises mineralógicas da fração argila

Os principais minerais encontrados na fração argila da cobertura pedológica do transecto Espreado são: gibbsita, caulinita, mica, vermiculita e esmectita/clorita.

Há caulinita, gibbsita e mica na grande maioria das amostras do transecto, mas a vermiculita ocorre principalmente no Neossolo Quartzarênico e no Argissolo Amarelo e a esmectita apenas no Argissolo Acinzentado e no Cambissolo Háplico.

2.4.3 - Análises químicas

- Acidez Ativa (pH-H₂O)

Os valores absolutos de pH (H₂O) variam de 4,5 a 6,1 na cobertura pedológica do transecto Espreado, sendo classificados, de acordo com a EMBRAPA (1999), como forte a moderadamente ácidos (Quadro 6).

QUADRO 5: Valores de média e desvio padrão por horizonte (verticais) dos resultados das análises granulométricas

Horizonte	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia total	Silte	Argila	Relação silte/argila
	%								
A	0.00±0.00 ¹	0.14±0.38	8.00±4.66	73.86±6.72	4.00±1.83	86.00±4.47	4.57±1.51	9.43±3.21	0.50±0.14
AE	0.00±0.00	0.00±0.00	5.75±2.06	76.25±2.36	4.50±0.58	86.50±3.00	3.50±1.92	10.00±1.63	0.34±0.18
E	0.00±0.00	0.54±0.52	8.63±3.22	72.72±4.34	4.09±1.64	86.00±3.79	3.27±1.35	10.73±4.02	0.36±0.26
C-1	0.00±0.00	0.33±0.58	7.00±1.00	73.00±1.00	4.33±1.53	84.67±1.16	2.00±0.00	13.33±1.16	0.15±0.01
Bt	0.00±0.00	0.00±0.00	3.67±1.53	65.67±1.16	5.33±0.58	74.67±3.06	5.33±1.16	20.00±2.00	0.26±0.04
ABi	0.00±0.00	0.00±0.00	7.33±3.51	69.33±4.50	6.00±3.00	82.66±5.03	5.33±1.15	12.00±4.00	0.45±0.07
Bi	0.00±0.00	0.00±0.00	7.00±7.07	64.50±7.07	5.50±2.12	77.00±4.24	6.00±0.00	17.00±4.24	0.36±0.08
C-2	0.14±0.37	0.42±1.13	8.71±5.31	63.28±5.65	3.85±2.11	76.42±8.07	8.85±2.54	14.71±8.22	0.69±0.43
C-3	1.60±3.58	1.20±2.17	8.40±4.27	62.40±12.09	5.80±1.30	79.40±6.80	10.00±3.74	10.60±5.54	1.22±0.85

onde ¹: média ± desvio-padrão

FIGURA 19: Médias Laterais de Relação Silte-Argila (s/a) no Transecto Espreado

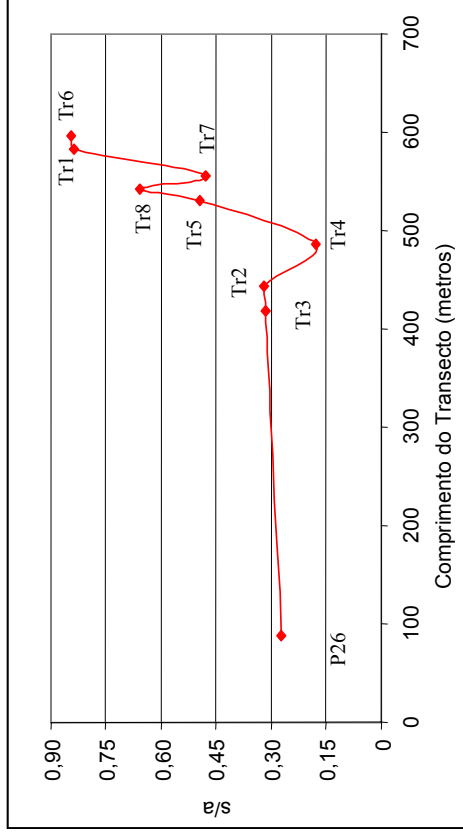
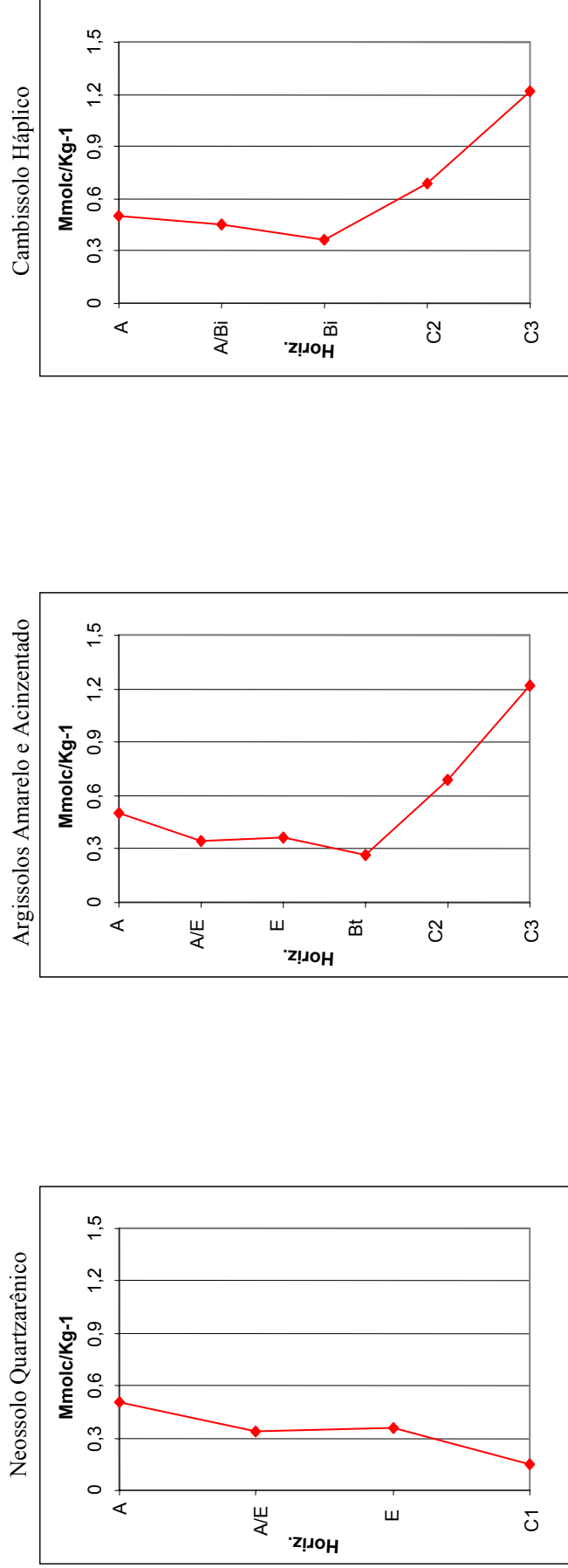


FIGURA 20: Médias Verticais de Relação Silte-Argila (s/a) em 3 Classes de Solos do Transecto Espreado



QUADRO 6: Resultados das Análises Químicas

Trincheira/ Prof. de coleta (cm)	Horizonte	pH H ₂ O	m.o.	K	Ca	Mg	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺	S	Na	SB	CTC	V	m
P26														
0-30	A	5,1	3	0,7	4	2	3	10	0	0,00	6,7	16,7	40	31
30-50	A	5,5	3	0,5	7	2	4	13	0	0,00	9,5	22,5	42	30
50-80	AE	5,9	3	0,7	11	12	1	16	0	0,00	23,7	39,7	60	4
100-150	E (B+I)	6,1	3	1,7	7	6	1	10	0	0,00	14,7	24,7	60	6
400-430	E (B+I)	5,4	3	4,2	1	1	9	16	0	0,00	6,2	22,2	28	59
450-500	C-1	5,1	3	3,2	2	1	14	20	0	0,00	6,2	26,2	24	69
TR3														
70-80	E (B+I)	5,3	3	0,2	6	5	6	23	0	0,00	11,2	34,2	33	35
90-120	E (B)	5,0	3	0,5	8	2	8	32	0	0,00	10,5	42,5	25	43
150-165	E (B)	4,8	3	0,4	5	2	17	27	0	0,00	7,4	34,4	22	70
170-200	E (B)	4,9	3	0,5	4	2	19	30	0	0,00	6,5	36,5	18	75
TR2														
0-15	A	5,9	8	2,0	9	6	0	19	0	0,00	17,0	36,0	47	0
30-40	AE	5,4	5	0,3	5	2	4	24	0	0,00	7,3	31,3	23	35
50-75	E (I)	5,6	5	0,1	5	3	3	16	0	0,00	8,1	24,1	34	27
100-110	E (B)	5,5	3	0,3	14	2	5	19	0	0,00	16,3	35,3	46	23
180-190	E (B+I)	5,0	3	1,8	2	2	29	37	0	0,00	5,8	42,8	14	83
255-285	C-1	5,4	3	2,8	1	1	17	25	0	0,00	4,8	29,8	16	78
TR4														
55-110	Bt	4,8	3	0,4	3	1	23	39	0	0,00	4,4	43,4	10	84
110-240	C-1	4,8	3	0,4	3	1	21	33	0	0,00	4,4	37,4	12	83
TR5														
30-40	AE	4,8	3	0,3	2	1	18	28	0	0,00	3,3	31,3	11	85
44-61	E (B)	4,9	5	0,4	3	1	16	27	0	0,00	4,4	31,4	14	78
61-77	Bt	4,6	3	0,4	3	1	43	53	0	0,00	4,4	57,4	8	91

B: banda / I: interbanda

continua

continuação

Trincheira/ Prof. de coleta (cm)	Horizonte	pH H ₂ O	m.o. g/kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺	S	Na	SB	CTC	V	m
%														
77-100	C-2 (solo)	4,7	3	0,5	4	1	52	58	0	0,00	5,5	63,5	9	90
100+	C-2 (alter.)	4,5	3	0,7	2	1	57	59	0	0,00	3,7	62,7	6	94
135+	C-3	4,7	3	0,7	2	1	60	59	0	0,00	3,7	62,7	6	94
TR8														
0-12	A	5,0	8	1,2	4	2	18	24	0	0,00	7,2	31,2	23	71
15-26	AE	4,8	5	0,2	3	1	13	24	0	0,00	4,2	28,2	15	76
46-54	E (I)	4,9	3	0,4	5	2	15	28	0	0,00	7,4	35,4	21	67
61-67	Bt	5,1	3	0,4	13	1	21	39	0	0,00	14,4	53,4	27	59
75+	C-3	5,1	3	0,4	8	1	16	34	0	0,00	9,4	43,4	22	63
TR7														
0-5	A	5,9	3	2,0	16	12	1	10	0	0,00	30,0	40,0	75	3
6-15	ABi	5,1	10	1,3	9	6	13	38	0	0,00	16,3	54,3	30	44
23-37	Bi	4,7	3	0,4	6	1	44	60	0	0,00	7,4	67,4	11	86
40-60	C-2 (solo)	5,6	3	0,7	4	1	75	80	0	0,00	5,7	85,7	7	93
40-60	C-2 (alter.)	5,2	3	0,5	2	1	80	83	0	0,00	3,5	86,5	4	96
TR1														
0-15	A	5,0	26	2,2	9	6	12	47	0	0,00	17,2	64,2	27	41
15-40	ABi	5,2	5	0,9	18	5	7	30	0	0,00	23,9	53,9	44	23
60-70	Bi	4,8	8	1,9	10	4	76	95	0	0,00	15,9	110,9	14	83
75+ (1A)	C-3	5,1	3	0,7	4	3	92	93	0	0,00	7,7	100,7	8	92
75+ (1B)	C-3	5,2	3	2,5	10	6	84	85	0	0,00	18,5	103,5	18	82
TR6														
0-13	A	4,8	13	1,7	7	4	19	48	0	0,00	12,7	60,7	21	60
45	ABi	4,8	3	0,4	6	1	38	40	0	0,00	7,4	47,4	16	84
60-70	Bi	4,8	3	0,9	6	1	80	88	0	0,00	7,9	95,9	8	91
80-110	C-2 (solo)	4,7	3	1,5	6	3	103	115	0	0,00	10,5	125,5	8	91
80-110	C-2 (alter.)	4,8	3	0,5	2	1	80	88	0	0,00	3,5	91,5	4	96
135+	C-3	4,9	3	0,9	1	1	120	120	0	0,00	2,9	122,9	2	98

B: banda / I: interbanda

Não ocorrem grandes gradientes laterais e verticais de pH (H_2O) e, conforme os resultados da análise de covariância, seus valores apresentam variação significativa com o comprimento lateral do transecto, mas não significativa com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 7).

Quanto à distribuição lateral nota-se os seguintes padrões de comportamento: os valores médios mais altos (menor acidez) estão na P26 e Tr2 (ambos no Neossolo Quartzarênico) e os mais baixos (maior acidez) encontram-se na Tr4, Tr5 (Argissolos) e Tr6 (Cambissolo Háplico) (Quadro 8 e Figura 21).

Quanto à distribuição vertical, não foi encontrado um padrão de distribuição dos dados pela análise simples dos dados absolutos, não sendo possível utilizar as médias na análise.

- Acidez Trocável (Al^{+3}) e Acidez Potencial ($Al^{+3} + H^+$)

Os valores absolutos de Al^{+3} (Acidez Trocável) variam de 1 a 120 $Mmolc/Kg^{-1}$ e, os de $Al^{+3} + H^+$ (Acidez Potencial), de 10 a 120 $Mmolc/Kg^{-1}$. Apesar desta grande variação, a Acidez Trocável pode ser classificada como alta, já que a grande maioria de seus valores absolutos estão acima de 6 $Mmolc/Kg^{-1}$ (conforme IAC, 1955 *apud* KIEHL, 1979) (Quadro 6).

Pelos resultados da análise de covariância nota-se que tanto a Acidez Trocável quanto a Potencial variam de forma significativa com o comprimento lateral do transecto e com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 7). Como pode ser visualizado nas Figuras 22 a 25, o padrão de variação lateral e vertical destes dois parâmetros é muito semelhante e por isto os resultados serão apresentados em conjunto.

Quanto à distribuição lateral, ocorre um aumento da Acidez Trocável e da Acidez Potencial da alta a baixa vertente, sendo que este aumento é mais pronunciado nos segmentos inferiores. Esta variação pode ser demonstrada pelas médias: as mais baixas (menor acidez) estão no Neossolo Quartzarênico (P26, Tr2 ou Tr3), as intermediárias no Argissolo Amarelo e Acinzentado (Tr4, Tr5 e Tr8) e as mais altas (maior acidez) no Cambissolo Háplico (Tr7, Tr1 e Tr6) (Figuras 22 e 24 e Quadro 8).

Quanto à distribuição vertical, nota-se que os menores valores médios estão nos horizontes mais superficiais e que os maiores valores médios estão nos horizontes mais

QUADRO 7: Resultados das análises de covariância dos dados químicos com o comprimento lateral do transecto e a distribuição vertical dos horizontes

Dados Químicos	pH		Soma de Bases		mo		Al ⁺³		Al ⁺³ +H ⁺		CTC		V		m	
	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²	P	r ²
Comprim. Lateral	0.013	0.351	0.157	0.578	0.023	0.400	0.000	0.930	0.002	0.928	0.008	0.937	0.006	0.563	0.016	0.590
Distrib. Vertical	0.807		1.146		0.024		0.001		0.001		0.000		0.025		0.007	

onde: P - probabilidade e r² – coeficiente de determinação

QUADRO 8: Valores de média e desvio padrão por trincheira (lateral) dos resultados das análises químicas

TRIN.	pH	m.o g/kg ⁻¹	SB	Al ⁺³ Mmolc/Kg ⁻¹	Al ⁺³ +H ⁺ %	CTC	V	m
P26	5.52±0.41 ¹	3.00±0.00	11.17±6.95	5.33±5.16	14.17±3.92	25.33±7.74	42.33±15.31	33.17±26.66
Tr3	5.00±0.21	3.00±0.00	8.90±2.29	12.50±6.45	28.00±3.91	36.90±3.88	24.50±6.35	55.75±19.72
Tr2	5.47±0.29	4.50±1.97	9.88±5.37	9.67±11.13	23.33±7.50	33.22±6.36	30.00±14.57	41.00±32.77
Tr4	4.80±0.00	3.00±0.00	4.40±0.00	23.33±7.50	36.00±1.41	40.40±4.24	11.00±1.41	83.50±0.71
Tr5	4.70±0.14	3.33±0.81	4.17±0.78	41.00±19.47	47.33±15.53	51.50±15.76	9.00±3.10	88.67±6.18
Tr8	4.98±0.13	4.44±2.19	8.52±3.77	16.66±3.05	29.80±6.57	38.32±10.18	21.60±4.34	67.20±6.65
Tr7	5.30±0.46	4.44±3.13	12.58±10.88	42.60±35.55	54.20±30.60	66.78±20.13	25.40±29.51	64.40±40.21
Tr1	5.01±0.17	9.00±9.72	16.64±5.85	54.20±41.23	70.00±29.61	86.64±25.72	22.20±14.01	64.20±30.33
Tr6	4.80±0.06	4.67±4.08	7.45±3.83	73.33±38.33	83.17±33.21	90.65±31.78	9.83±7.28	86.67±13.94

onde ¹: média ± desvio-padrão

FIGURA 21: Médias Laterais de pH no Transecto Espreado

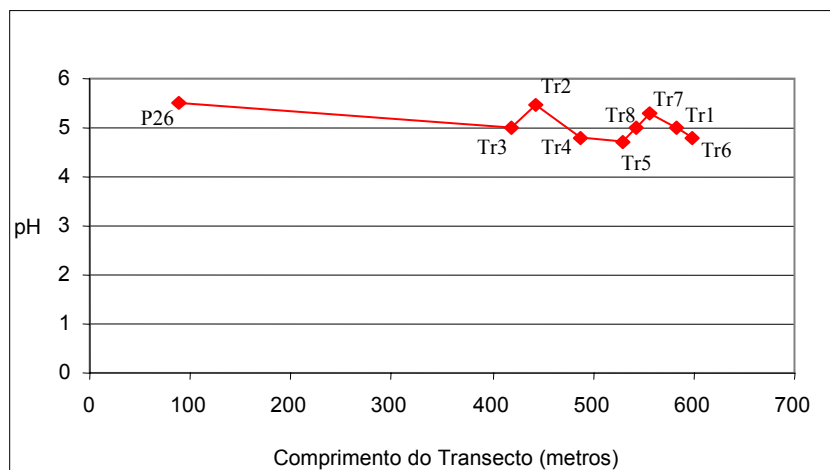


FIGURA 22: Médias Laterais de Al^{+3} no Transecto Espreado

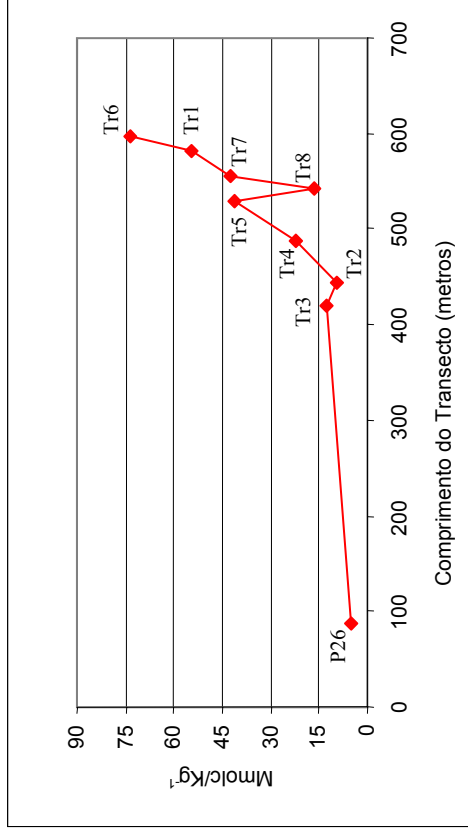


FIGURA 23: Médias Verticais de Al^{+3} em 3 Classes de Solos do Transecto Espreado

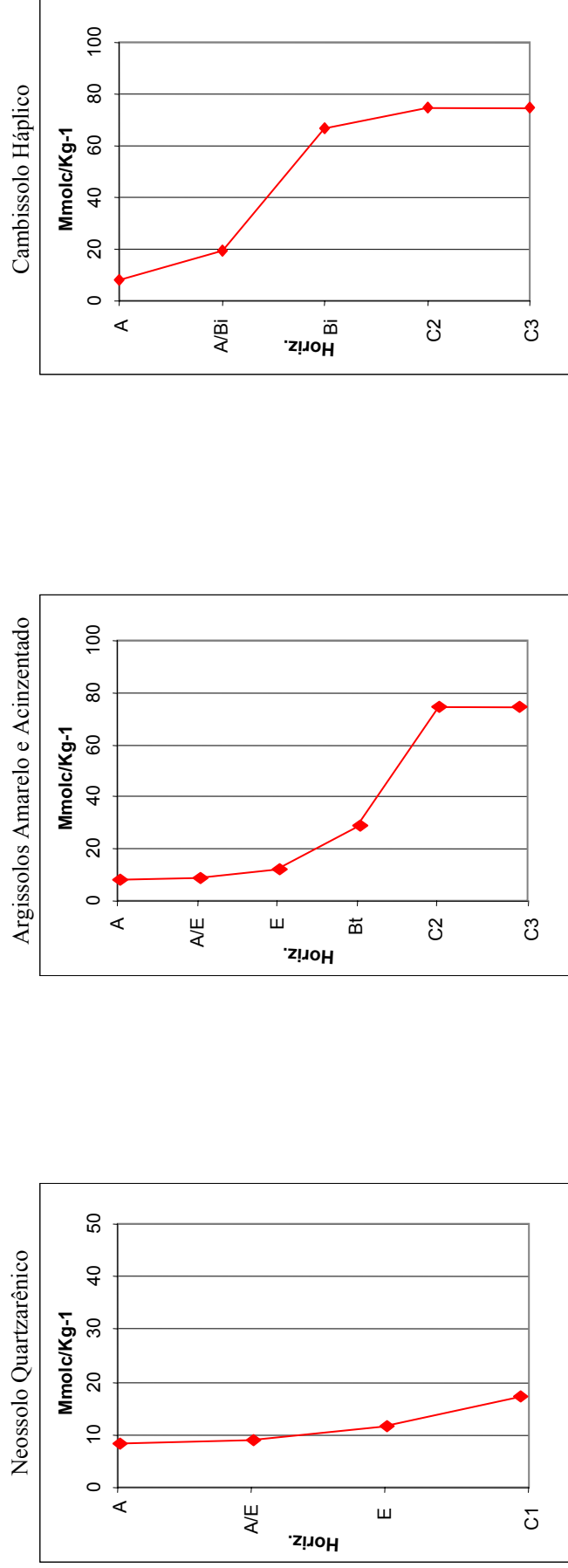


FIGURA 24: Médias Laterais de $H^{+1} + Al^{+3}$ no Transecto Espraiado

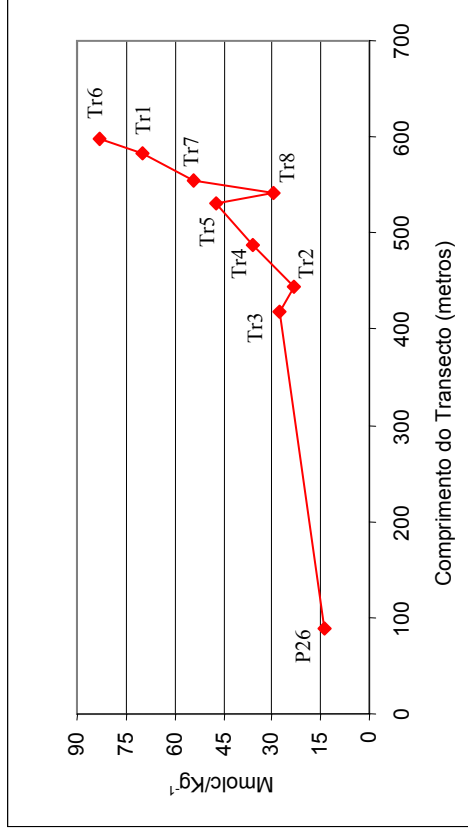
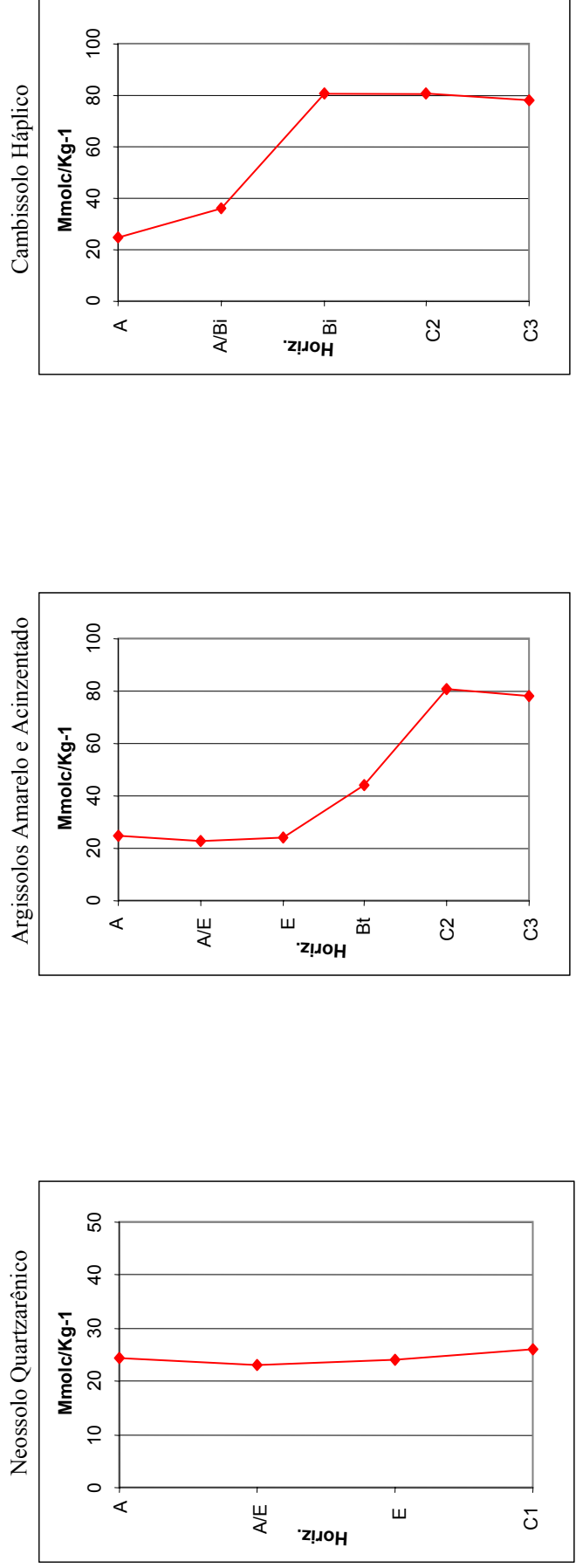


FIGURA 25: Médias Verticais de $H^{+1} + Al^{+3}$ em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado



profundos. Assim, no Neossolo Quartzarênico, nos Argissolos Amarelo e Acinzentado e no Cambissolo Háptico a menor média (menor acidez) está no Horizonte A ou AE e a maior (maior acidez) no Bi, C-1 ou C-2. (Figuras 23 e 25 e Quadro 9). Destaca-se que os valores do horizonte E com bandas variam muitas vezes conforme a profundidade: mais próximo à superfície assemelham-se aos horizontes A e AE e, em maiores profundidades, aos horizontes C-1 ou C-2.

- Soma de Bases Trocáveis - SB ($Mg^{+2} + Ca^{+2} + K^{+}$)

Os valores absolutos referentes à Soma de Bases variam entre 3,3 e 30 $Mmolc/Kg^{-1}$, sendo classificados principalmente como baixos, já a grande maioria é inferior a 26,2 $Mmolc/Kg^{-1}$ (conforme IAC, 1955 *apud* KIEHL, 1979). O íon menos abundante é o K^{+} e o mais abundante o Ca^{+2} , sendo este último o principal responsável pelo comportamento de variação lateral e vertical da Soma de Bases em geral (Quadro 6).

Os resultados da análise de covariância indicam que os valores de SB não variam significativamente com o comprimento lateral do transecto e com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 7).

Quanto à distribuição lateral, mesmo não havendo variação estatística significativa é possível notar algumas tendências a partir da análise simples dos dados absolutos e das médias: as médias mais baixas estão na Tr4 e Tr5 (Argissolos Amarelo e Acinzentado) e as mais altas estão na Tr7 e Tr1 (Cambissolo Háptico) (Figura 26 e Quadro 8).

Quanto à distribuição vertical, apesar da análise de covariância não ter apontado variação estatística significativa, é possível observar as seguintes tendências a partir da análise simples dos dados absolutos e das médias: os horizontes mais superficiais geralmente possuem os maiores valores médios e os horizontes mais profundos possuem os menores valores médios (Figura 27, Quadro 9). Assim, no Neossolo Quartzarênico, no Argissolo Amarelo e no Cambissolo Háptico as maiores médias estão no A ou ABi e a menor no C-1 ou C-2.

QUADRO 9: Valores de média e desvio padrão por horizonte (vertical) dos resultados das análises químicas

Horizonte	pH	mo g/Kg-1	Soma de Bases	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺	CTC	V	m
A	5.31±0.45 ¹	9.14±8.31	14.33±8.12	8.14±8.07	24.43±16.54	38.76±18.00	39.29±18.68	33.71±26.57
AE	5.22±0.53	4.00±1.15	9.62±5.75	9.00±7.87	23.00±5.03	32.62±4.94	27.25±22.40	50.00±37.60
E	5.21±0.40	3.36±0.81	8.95±3.79	11.63±8.36	24.10±8.08	33.04±6.93	28.63±14.10	51.45±25.90
C-1	5.10±0.30	3.00±0.00	5.13±0.95	17.33±3.51	26.00±6.56	31.13±5.72	17.33±6.11	76.67±7.10
Bt	4.83±0.25	3.00±0.00	7.73±5.77	29.00±12.17	43.67±8.08	51.40±7.21	15.00±10.44	78.00±16.82
ABi	5.03±0.21	6.00±3.60	15.86±8.26	19.33±16.44	36.00±5.29	51.86±3.87	30.00±14.00	50.33±30.99
Bi	4.76±0.06	4.67±2.89	10.65±4.77	66.70±19.73	81.00±18.52	91.40±22.09	11.00±3.00	86.67±4.04
C-2	4.91±0.40	3.00±0.00	5.40±2.69	74.71±18.36	80.50±21.07	85.90±22.97	6.33±2.06	93.33±2.50
C-3	5.00±0.20	3.00±0.00	8.44±6.24	74.40±39.05	78.20±32.92	86.64±32.56	11.2±8.44	85.80±14.04

onde ¹: média ± desvio-padrão

FIGURA 26: Médias Laterais de Soma de Bases no Transecto Espraído

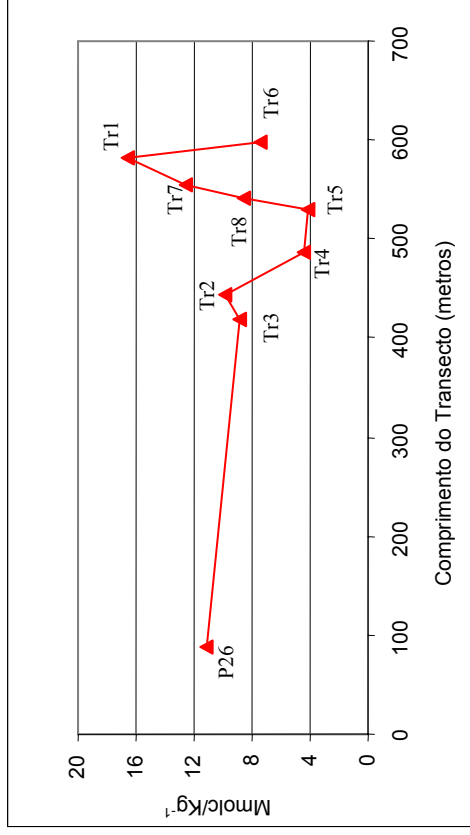
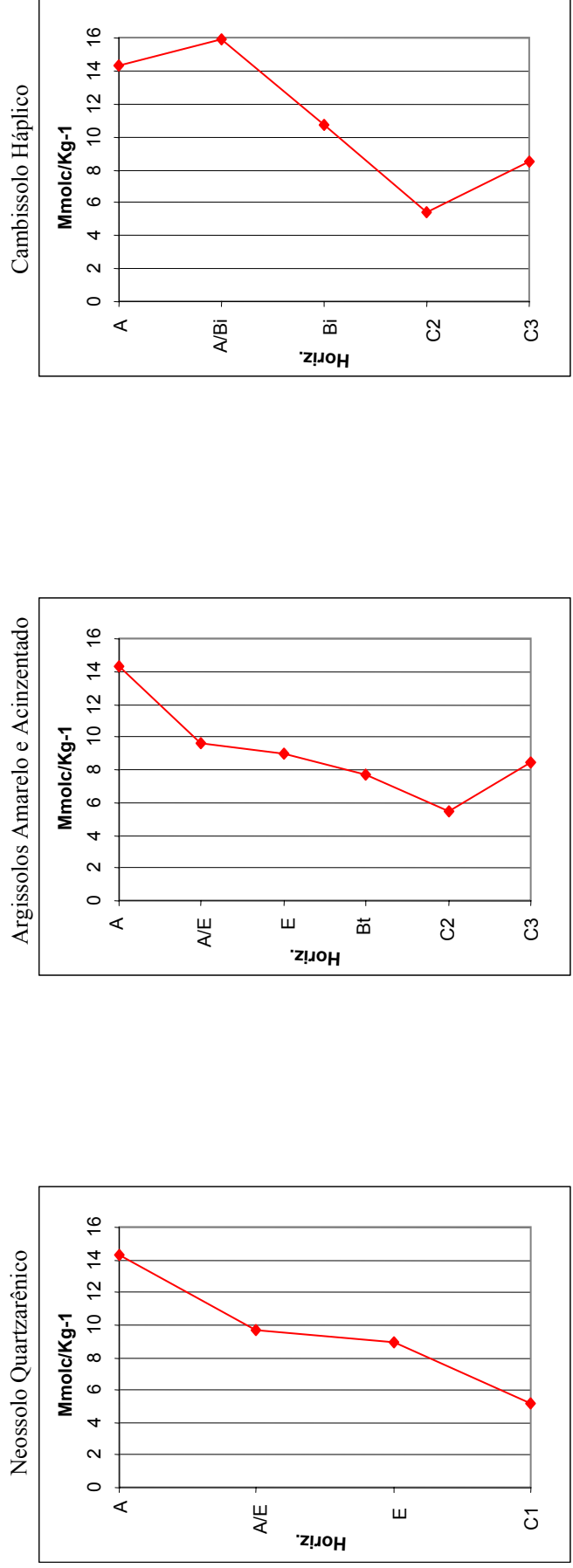


FIGURA 27: Médias Verticais de Soma de Bases em 3 Classes de Solos do Transecto Espraído



Destaca-se que os valores de do horizonte E com bandas muitas vezes variam conforme a profundidade: mais próximo à superfície assemelham-se aos horizontes A e AE e, em maiores profundidades, aos horizontes C-1 ou C-2.

- Capacidade de Troca Catiônica - CTC

Os valores absolutos de CTC variam de 16,7 a 125,5 Mmolc/Kg⁻¹, sendo classificados como baixos no Neossolo Quartzarênico, baixos a médios nos Argissolos Amarelo e Acinzentado e médios a altos no Cambissolo Háplico (IAC, 1955 *apud* KIEHL, 1979) (Quadro 6).

Pelos resultados da análise de covariância, nota-se que os valores de CTC variam de forma significativa com o comprimento lateral do transecto e com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 7).

Quanto à distribuição lateral, ocorre um aumento da CTC da alta a baixa vertente, o qual pode ser confirmado pela distribuição das médias: as mais baixas estão no Neossolo Quartzarênico, as intermediárias nos Argissolos Amarelo e Acinzentado e as mais altas no Cambissolo Háplico (Figura 28 e Quadro 8). Este comportamento lateral assemelha-se muito ao da Acidez Trocável e Potencial, conforme pode ser visto na Figura 28.

Quanto à distribuição vertical, nota-se o seguinte comportamento, aqui demonstrado pela distribuição das médias: no Neossolo Quartzarênico a maior média está no Horizonte A e a menor média no C-1. Nos Argissolos e no Cambissolo Háplico ocorre o inverso, já que há um aumento da CTC dos horizontes mais superficiais aos mais profundos: as menores médias estão no A e AE e as maiores no Bi, C-2 e C-3 (Figura 29 e Quadro 9).

- Saturação em Bases (V%)

Os valores absolutos de V variam de 2 a 60%, mas são em grande maioria inferiores a 50%. Desta forma, os solos do transecto Espreado podem ser classificados principalmente como distróficos (conforme OLIVEIRA *et al.*, 1992) (Quadro 6). Estes resultados indicam que as bases Ca⁺², Mg⁺² e K⁺ são minoria e os cátions H⁺ e Al⁺³ representam maioria na Capacidade de Troca Catiônica (CTC) dos solos do transecto,

FIGURA 28: Médias Laterais de CTC no Transecto Espraído

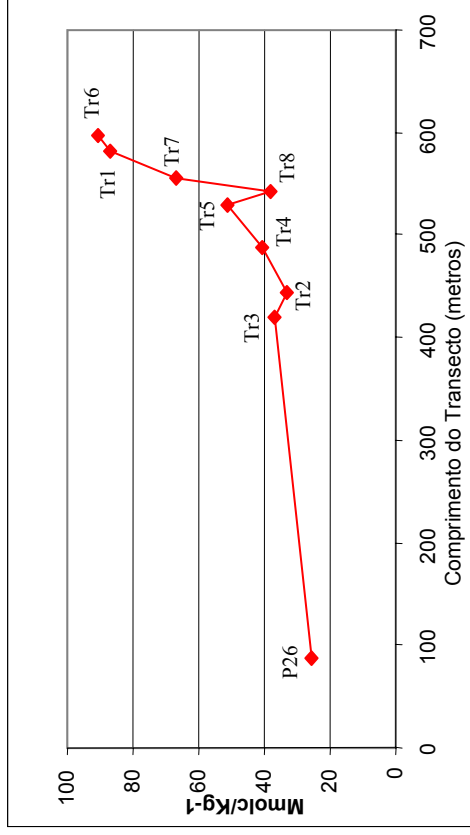
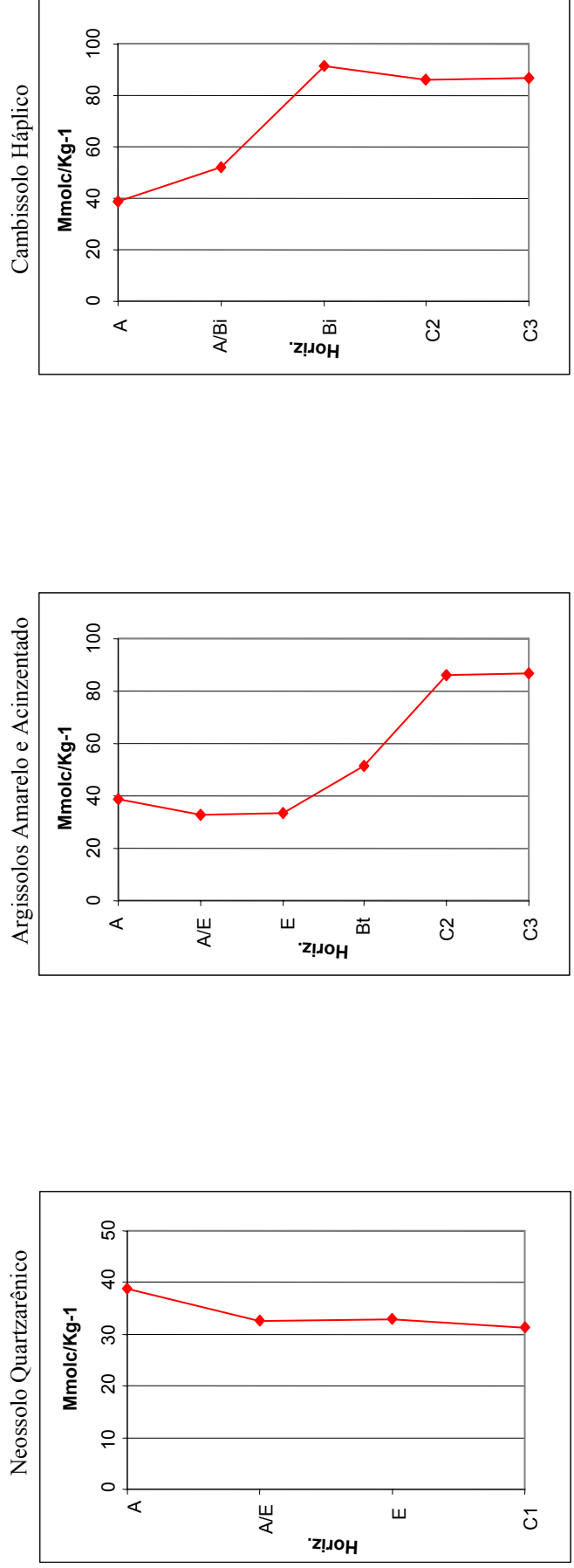


FIGURA 29: Médias Verticais de CTC em 3 Classes de Solos do Transecto Espraído



fato que pode explicar a semelhança de distribuição lateral entre CTC, Acidez Trocável e Acidez Potencial.

Pelos resultados da análise de covariância nota-se que os valores V% variam de forma significativa com a distribuição vertical dos horizontes e com o comprimento lateral do transecto (Quadro 7).

Quanto à distribuição lateral, observa-se que, em geral, os maiores valores absolutos e as maiores médias estão na P26, Tr3 e Tr2 (Neossolo Quartzarênico) e os menores valores absolutos e as menores médias ocorrem na Tr4, Tr5 (Argissolos) e Tr6 (Cambissolo Háptico) (Figura 30 e Quadro 8).

Quanto à distribuição vertical, há uma diminuição dos valores de V% dos horizontes mais superficiais aos mais profundos, assemelhando-se ao comportamento dos valores de Soma de Bases. Esta distribuição é confirmada pela distribuição das médias: no Neossolo Quartzarênico as mais altas estão no Horizonte A ou E com bandas e a mais baixa no C-1; nos Argissolos e no Cambissolo Háptico as médias mais altas também estão no Horizonte A e as mais baixas no C-2 (Figura 31 e Quadro 9). Destaca-se que os valores do horizonte E com bandas variam muitas vezes conforme a profundidade: mais próximo à superfície assemelham-se aos horizontes A e AE e, em maiores profundidades, aos horizontes C-1 e C-2.

- Saturação em Alumínio (m%)

Os valores absolutos de m% estão entre 0 e 98%. Apesar desta grande variação, a maioria destes valores está acima de 50%, sendo solos predominantemente álicos (conforme OLIVEIRA *et al.*, 1992) (Quadro 6).

Os resultados do teste de covariância indicam que os valores de m% variam de modo significativo com o comprimento lateral do transecto e com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 7).

Quanto à distribuição lateral, observa-se que as menores médias estão na P26, Tr3 e Tr2 (Neossolo Quartzarênico) e as maiores médias estão na Tr5 (Argissolo Amarelo) e na Tr6 (Cambissolo Háptico) (Quadro 8, Figura 32). Nota-se que esta distribuição é inversa a da Saturação em Bases – V%.

FIGURA 30: Médias Laterais de V% no Transecto Espraiado

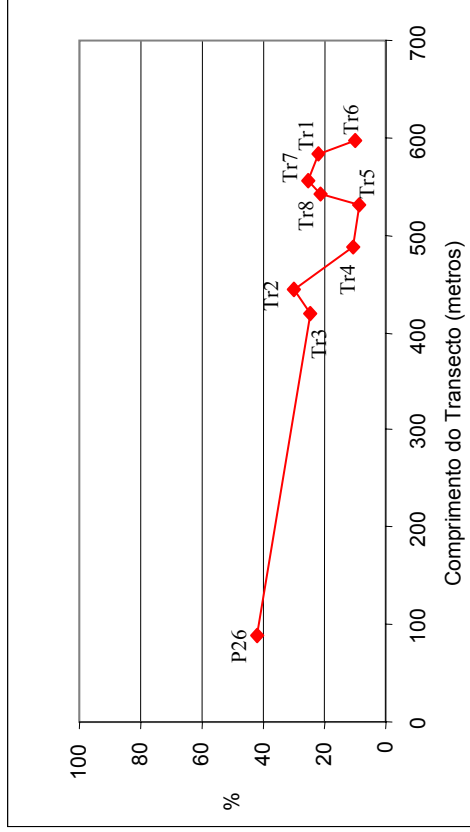


FIGURA 31: Médias Verticais de V% em Três Principais Classes de Solos do Transecto Espraiado

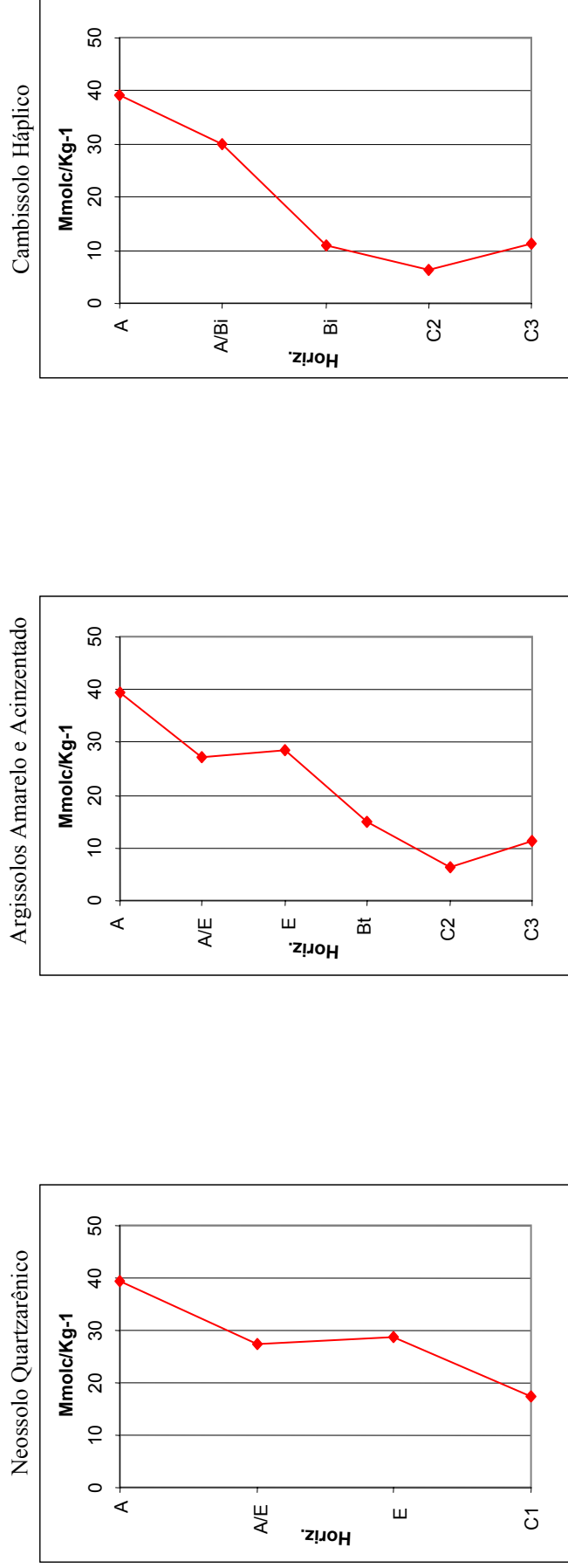


FIGURA 32: Médias Laterais de m% no Transecto Espraçado

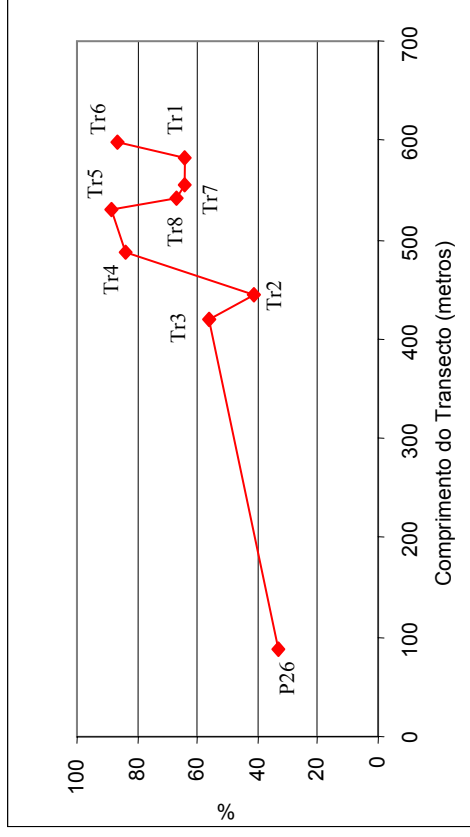
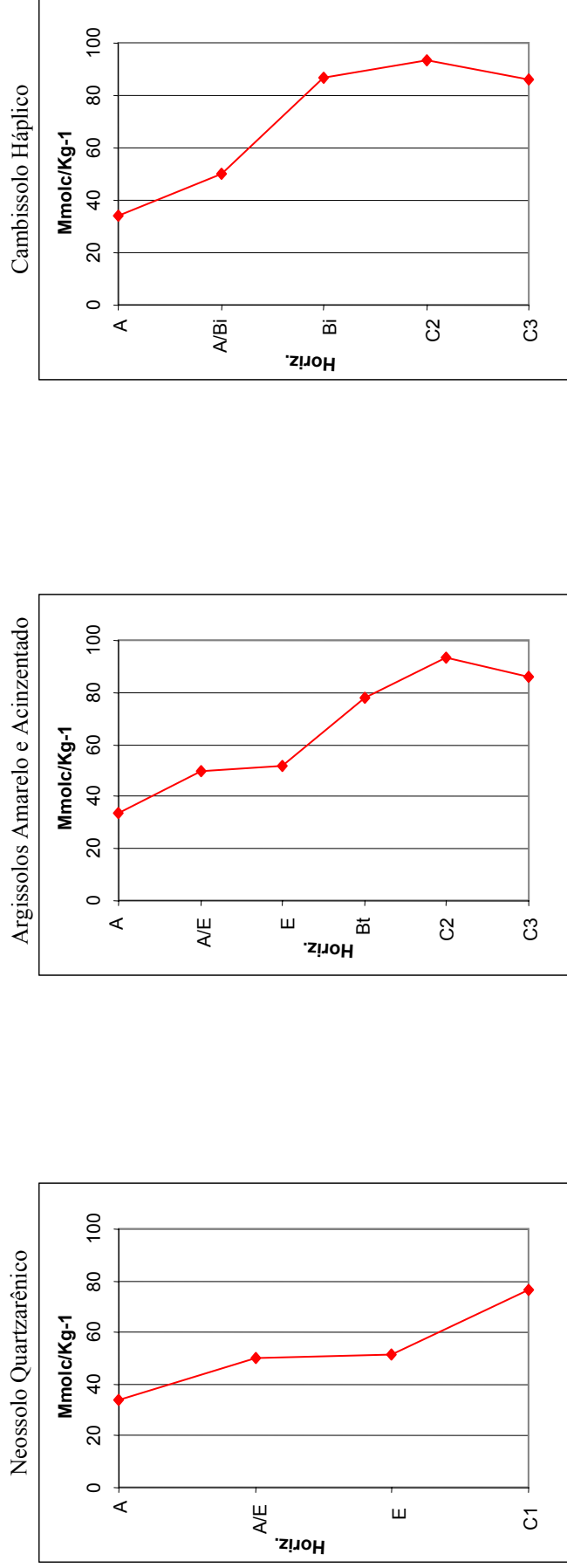


FIGURA 33: Médias Verticais de m% em 3 Classes de Solos do Transecto Espraçado



Quanto à distribuição vertical, ocorre um aumento do m% dos horizontes mais superficiais aos mais profundos, tal como na Acidez Trocável (Al^{+3}) e o inverso do que ocorre na Saturação em Bases – V%. No Neossolo Quartzarênico as menores médias estão nos Horizontes A e AE, sendo inclusive inferiores a 50%, e as maiores estão no Horizonte C-1; nos Argissolos Amarelo e Acinzentado e no Cambissolo Háptico as menores médias estão no Horizonte A, AE ou ABi, sendo inferiores ou muito próximas a 50%, e a maior está no Horizonte C-2 (Quadro 9, Figura 33). Os valores do horizonte E com bandas variam muitas vezes conforme a profundidade: mais próximo à superfície assemelham-se aos horizontes A e AE e, em maiores profundidades, aos horizontes C-1 ou C-2.

- **Matéria Orgânica - m.o.**

Os valores absolutos de matéria orgânica estão entre 3 e 26 g/Kg⁻¹. Apesar desta grande variação, a quantidade de matéria orgânica pode ser classificada principalmente como baixa, já que a maioria das amostras possui exatamente o valor 3 g/Kg⁻¹ (Quadro 6).

Os resultados do teste de covariância indicam que a m.o. varia significativamente tanto com o comprimento lateral do transecto quanto com a distribuição vertical dos horizontes (Quadro 7).

Quanto à distribuição lateral, nota-se pela distribuição das médias que os menores valores estão principalmente na P26 e Tr3 (Neossolo Quartzarênico) e os maiores estão na Tr1 e Tr6 (Cambissolo Háptico) (Figura 34 e Quadro 8).

Quanto à distribuição vertical, nota-se uma diminuição geral de matéria orgânica dos horizontes mais superficiais aos mais profundos no Neossolo Quartzarênico, nos Argissolos e no Cambissolo Háptico: as maiores médias estão no A e as menores nos Horizontes Bt, C-1, C-2 e C-3 (Figura 35 e Quadro 9).

2.4.4- Síntese das variações laterais e verticais dos parâmetros físicos, mineralógicos e químicos

O **Neossolo Quartzarênico** possui as mais altas porcentagens médias de areia fina e as mais baixas de argila. A relação silte/argila tende a ser menor nesta classe de

FIGURA 34: Médias Laterais de Matéria Orgânica no Transecto Espraiado

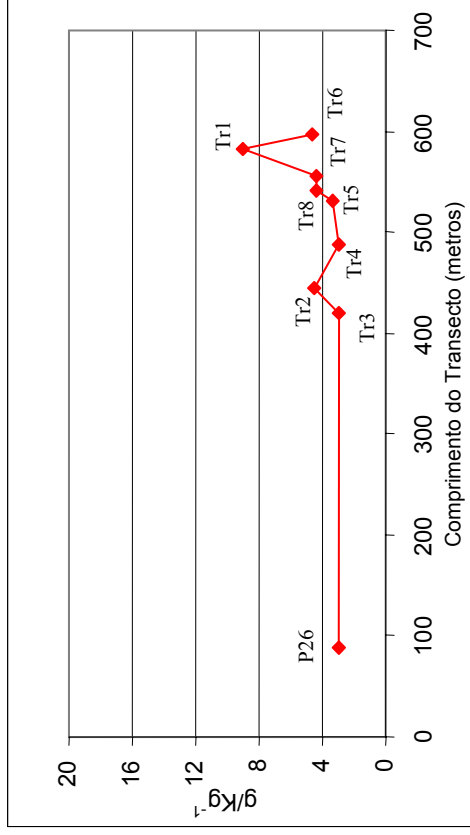
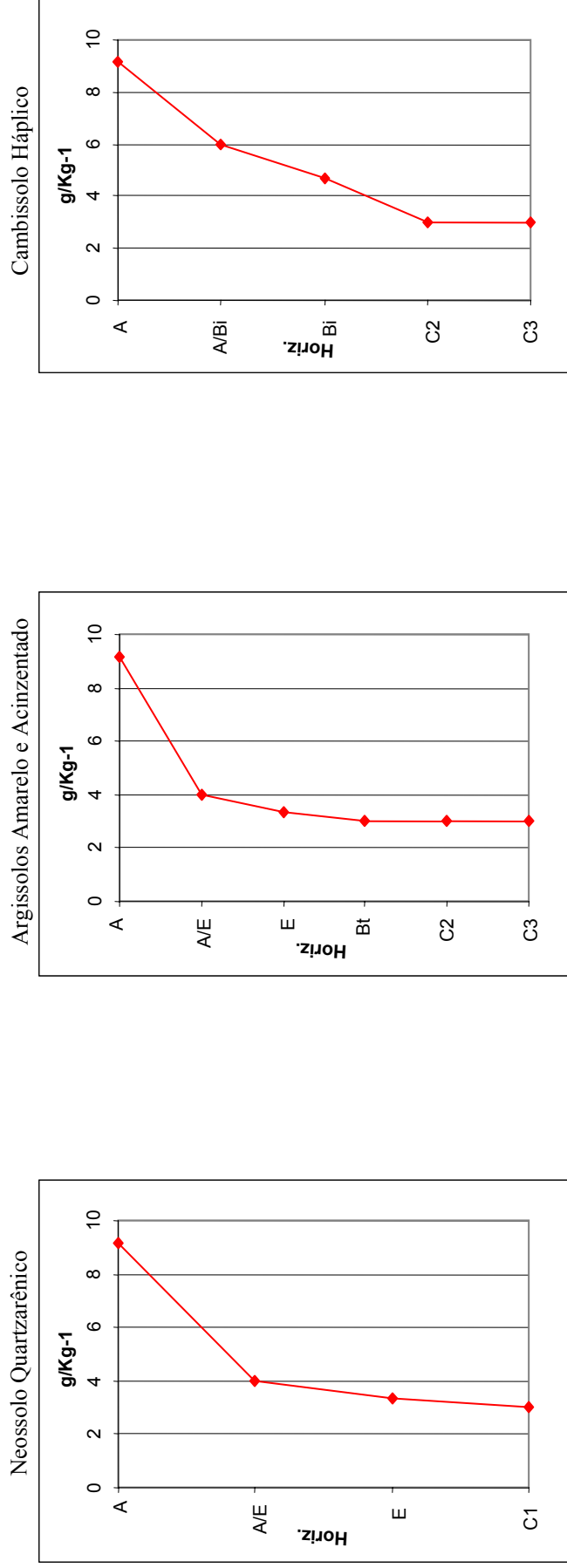


FIGURA 35: Médias Verticais de Matéria Orgânica em 3 Classes de Solos do Transecto Espraiado



solo, indicando solos mais intemperizados. Os minerais de argila presentes são principalmente caulinita, vermiculita, gibbsita e mica.

Nesta classe de solo ocorre ainda pH menos ácido e os menores valores de Acidez Potencial, Acidez Trocável, Saturação em Alumínio e Capacidade de Troca Catiônica do transecto. Apesar de não ter os maiores valores de Soma de Bases, possui na maioria dos seus perfis alta Saturação em Bases.

O **Cambissolo Háplico**, por outro lado, apresenta as menores porcentagens médias de areia fina e as maiores porcentagens médias de argila. A relação silte/argila tende a ser a maior do transecto, indicando solos menos intemperizados, e os minerais de argila presentes são principalmente caulinita, esmectita, gibbsita e mica.

Nesta classe de solo ocorrem os maiores valores de Acidez Potencial, Acidez Trocável e Capacidade de Troca Catiônica, mas na maioria dos perfis o pH não é o mais ácido do transecto. Possui altos valores de Soma de Bases em grande parte dos seus perfis mas estes normalmente não têm alta Saturação em Bases.

Os **Argissolos Amarelo e Acinzentado** possuem teores de Acidez Trocável, Acidez Potencial e Capacidade de Troca Catiônica intermediários entre o Neossolo Quartzarênico e o Cambissolo Háplico. Quanto ao pH, Soma de Bases, Saturação em Bases e Saturação em Alumínio os valores são variáveis nos seus perfis destas classes de solo. Destes perfis, destaca-se o da Tr5 por possuir uma das mais altas acidez, um dos menores valores de Soma de Bases e Saturação em Bases e uma dos maiores valores de Saturação em Alumínio no transecto. Já na Tr8, não há uma distribuição tão nítida dos valores destes parâmetros.

As tendências verificadas dos horizontes menos aos mais profundos são semelhantes para as 4 classes de solos analisadas. Nos horizontes mais superficiais ocorrem geralmente mais areia fina, menos argila, teores mais altos de matéria orgânica, Soma de Bases e Saturação em Bases e teores mais baixos de Acidez Trocável, Acidez Potencial e Saturação em Alumínio do que nos horizontes mais profundos. Na maioria dos perfis dos Argissolos e em todo o Cambissolo Háplico a Capacidade de Troca Catiônica é mais baixa nos horizontes mais superficiais e mais alta nos horizontes mais profundos. Quanto aos outros parâmetros, não há uma tendência tão nítida de variação vertical.

V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 - O transecto Espraiado e as toposequências da bacia do Retiro

Com base no exposto no Capítulo IV - Resultados, nota-se que as mudanças relacionadas à morfologia/morfometria do modelado e à cobertura pedológica de alto a baixo no transecto encontram-se associadas entre si. Estas mudanças são marcadas principalmente pelos valores de declividade e pelas características macromorfológicas, micromorfológicas e analíticas dos solos de cada segmento.

De maneira geral, o padrão de distribuição dos solos ao longo do transecto assemelha-se ao padrão existente nas vertentes da Zona de Transição do *Glacis*, estudadas de forma mais detalhada na bacia do Retiro por DIAS FERREIRA (1997) e OLIVEIRA (1997a), conforme descrito no Capítulo II - Caracterização da Área de Estudo. Esta coincidência de distribuição, com presença de solos profundos e arenosos (Neossolo Quartzarênico) nos topos e segmento superior (baixas declividades), solos com horizonte Bt (Argissolos) no segmento médio (declividades intermediárias), e solos pouco espessos e litodependentes (Neossolos Litólicos) no segmentos inferiores (altas declividades), aliada a outros dados micromorfológicos e analíticos comuns, pode indicar que os mecanismos gerais que suscitaram o aparecimento destas características sejam semelhantes àqueles lançados como hipótese por DIAS FERREIRA (1997) na bacia do Retiro: um possível rebaixamento do nível de base por ação fluvial (desencadeado por tectonismo ou mudança climática) teria provocado um entalhe da superfície original, provavelmente recoberta por Neossolo Quartzarênico, mudando a dinâmica hídrica da vertente. Com isto ocorreria, por um lado, o aparecimento de um sistema de transformação lateral de Neossolo Quartzarênico em Argissolo da alta a média vertente e, por outro lado, um possível truncamento da cobertura mais espessa e o aparecimento de uma outra menos espessa na baixa vertente, concordante com a morfologia então originada. No transecto Espraiado, a cobertura mais espessa do segmento superior ainda guardaria evidências da cobertura original, como por exemplo a presença do horizonte C-1, típico do Neossolo Quartzarênico sem bandas presente na Zona Preservada e em outras áreas da Zona de Transição do *Glacis* de São Pedro. Já a cobertura menos espessa dos segmentos inferiores não guardaria estas evidências e seria, neste sentido, mais recente. A distribuição lateral da relação silte/argila (Figura 19) indica que o Neossolo Quartzarênico é realmente mais intemperizado que os solos presentes vertente abaixo.

Contudo, algumas diferenças encontradas entre o transecto Espraiado e a bacia do Retiro (DIAS FERREIRA, 1997 e OLIVEIRA, 1997a), parecem indicar que ocorrem diferentes mecanismos específicos responsáveis pela origem do sistema de transformação lateral de Neossolo Quartzarênico para Argissolo e/ou diferentes estágios de evolução nestes locais. O horizonte com bandas do transecto Espraiado torna-se, no nível macroscópico, menos espesso e com menor quantidade de bandas vertente abaixo, ao contrário do ocorre na bacia do Retiro; além disto, nas vertentes desta bacia o horizonte Bt surge em continuidade lateral ao horizonte com bandas e não ao horizonte C-1, como ocorre no transecto Espraiado. No nível microscópico, o horizonte Bt do transecto aqui estudado não apresenta feições típicas de iluviação de material coloidal, fato que acontece na bacia do Retiro.

Estas evidências não permitem aplicar no transecto Espraiado a interpretação da origem do sistema de transformação lateral que DIAS FERREIRA (1997) e OLIVEIRA (1997a) propuseram na bacia do Retiro, ou seja, a gênese do Bt por e-iluviação de argila e a coalescência das bandas onduladas vertente abaixo. É necessário, então, realizar um estudo mais aprofundado, talvez com a utilização da análise tridimensional da cobertura pedológica, sobre a gênese do Bt no transecto Espraiado para verificar os processos envolvidos e, a partir daí, correlacioná-los com os processos encontrados na bacia do Retiro.

De qualquer forma, as mudanças de morfologia/morfometria e de organização da cobertura pedológica que porventura ocorreram no transecto Espraiado, sejam em concordância ou não com as interpretações de DIAS FERREIRA (1997) e OLIVEIRA (1997a) na bacia do Retiro, são importantes para o presente trabalho na medida em que, provavelmente, condicionaram a movimentação da água e a ocorrência de processos internos na cobertura pedológica. Estes processos são os responsáveis por translocações e perdas de matéria no transecto e, por consequência, por possíveis modificações na morfologia/morfometria do modelado. A seguir será realizada uma discussão sobre a dinâmica hídrica no transecto Espraiado e sobre as evidências macromorfológicas, micromorfológicas e analíticas destes processos internos no transecto. Não se entrará no mérito, contudo, do papel destes processos na origem deste sistema de transformação lateral por não ter sido encontradas evidências conclusivas.

2 - Dinâmica hídrica no transecto Espreado

O conhecimento sobre a dinâmica hídrica na vertente é fundamental neste trabalho, já que dela depende a eficiência do transporte dos componentes solúveis e em suspensão (TOLEDO *et al.*, 2000). Apesar de não ter sido efetuado nenhum tipo de medida direta, é possível lançar algumas hipóteses sobre o comportamento da água no transecto e nos seus segmentos com base nos dados explicitados no Capítulo IV - Resultados. Inicialmente serão realizadas algumas inferências a partir das características morfológicas/morfométricas do transecto e, em seguida, estas serão complementadas, confirmadas ou refutadas pela análise das características da cobertura pedológica.

Na literatura, as características morfológicas/morfométricas das vertentes, tais como posição, declividade e forma, são relatadas como importantes fatores de influência de um ou mais dos seguintes fatores: capacidade de infiltração, direção, velocidade e tipos de fluxos de água superficiais e subsuperficiais (CHORLEY, 1978; WHIPKEY & KIRKBY, 1978; GERRARD, 1981; LEONARD & ANDRIEUX, 1998; BIRKELAND, 1999; TOLEDO *et al.*, 2000). Por possuir baixas declividades (Quadro 1; Figuras 4, 9, 11 e 12), o **segmento superior** do transecto Espreado pode permitir um maior acúmulo da água precipitada nas depressões e rugosidades da superfície, aumentando a sua disponibilidade para infiltração no horizonte superficial do solo (CHORLEY, 1978; LEONARD & ANDRIEUX, 1998). Assim, esta condição contribui para que grande parte da água precipitada infiltre na cobertura pedológica deste segmento, podendo então permanecer estocada ou envolver-se em fluxos subsuperficiais. Destaca-se que os locais com baixas declividades contribuem para que os fluxos da água em subsuperfície assumam principalmente a direção vertical e secundariamente a direção lateral (WHIPKEY & KIRKBY, 1978), e por isto esta situação pode ser predominante no segmento superior.

Por outro lado, **nos segmentos médio e inferiores**, predominam declividades sucessivamente maiores vertente abaixo (Quadro 1; Figuras 4, 9, 11, 13 e 14). Desta forma, baseando-se em CHORLEY (1978), WHIPKEY & KIRKBY (1978) e LEONARD & ANDRIEUX (1998), é possível supor que haja uma diminuição da capacidade de infiltração das águas, domínio da direção lateral sobre a direção vertical e aumento da velocidade dos fluxos superficiais e subsuperficiais vertente abaixo. Como uma menor quantidade de água infiltra, os fluxos tenderiam a ocorrer principalmente na superfície e, secundariamente, no interior da cobertura pedológica.

A forma da vertente, por sua vez, é freqüentemente relacionada à concentração e velocidade dos fluxos superficiais e subsuperficiais. As formas predominantemente convexas tendem a promover tanto a divergência dos fluxos, mantendo-os descontínuos ou não concentrados, quanto o aumento de sua velocidade vertente abaixo, já que a convexidade ocorre pelo aumento sucessivo dos ângulos de declividade neste sentido (GERRARD, 1981; RESENDE *et al.*, 1995). O **transecto Espraiado** foi caracterizado no presente estudo como predominantemente convexo, sendo possível lançar como hipótese a predominância de fluxos superficiais e subsuperficiais não concentrados no transecto e um aumento sucessivo da sua velocidade do segmento superior aos segmentos inferiores. Esta hipótese pode ser corroborada no caso dos fluxos superficiais, pela falta de feições ligadas ao escoamento concentrado na superfície do transecto, tais como pequenos sulcos ou caminhos preferenciais mostrados por um padrão diferenciado de vegetação.

Obviamente, muitos outros fatores influenciam na dinâmica hídrica das vertentes, sendo que muitos destes estão relacionados às características da cobertura pedológica (CHORLEY, 1978; WHIPKEY & KIRKBY, 1978; GERRARD, 1981; McCAIG, 1985; SELBY, 1993; LEONARD & ANDRIEUX, 1998; BIRKELAND, 1999; entre muitos outros). No segmento superior do transecto ocorre a classe **Neossolo Quartzarênico** (Figura 15), caracterizada macromorfológicamente pela grande espessura, pela estrutura maciça (que se desfaz em partículas simples) e por conter, de maneira geral, a maior quantidade de areia e a menor quantidade de argila do transecto, fato confirmado pelas análises granulométricas (Quadros 2 e 4; Figura 17). O forte domínio da fração areia, aliado à estrutura maciça da grande maioria dos horizontes desta classe são características apontadas como favoráveis à alta capacidade de infiltração, alta permeabilidade dos materiais e ao domínio do fluxo vertical sobre o lateral (WHIPKEY & KIRKBY, 1978; GERRARD, 1981; McCAIG, 1985), o que corrobora com as inferências formuladas com base nos dados morfométricos/morfológicos do segmento superior do transecto. A descrição micromorfológica dos poros também aponta estas tendências, pois o único horizonte porfírico desta classe de solo, portanto com dominância de plasma, ainda apresenta cerca de 15% de poros (em área), porcentagem alta se comparada aos outros horizontes porfíricos presentes vertente abaixo.

No entanto, apesar da textura ter sido descrita como arenosa em todos os horizontes do Neossolo Quartzarênico, notou-se em campo um ligeiro aumento de argila em profundidade, o que foi confirmado tanto pelos resultados da granulometria (Figura 18) quanto pela descrição micromorfológica, já que a distribuição relativa passa de quitônica e mônica, respectivamente, nos horizontes superficiais A e AE, para gefúrica e porfírica nos horizontes mais profundos E com bandas (de maiores profundidades) e C-1 (Fotos 11, 12 e 13). Destaca-se ainda que a porcentagem relativa (em área), o tamanho e o grau de comunicação entre os poros, estimados nas lâminas delgadas, são maiores nos horizontes A e AE e menores no C-1. Estes dados sugerem uma ligeira diminuição da permeabilidade do solo dos horizontes mais superficiais aos mais profundos (WHIPKEY & KIRKBY, 1978; GERRARD, 1981; McCAIG, 1985).

Contudo, a alta porcentagem de areia e a presença de uma razoável quantidade de poros mesmo no horizonte mais profundo C-1, como já dito, indica que a diminuição de permeabilidade provavelmente não é alta o suficiente para impedir a dominância do fluxo vertical nesta classe de solo. Os limites verticais abruptos entre as bandas e as interbandas menos profundas provavelmente induzem a ocorrência de fluxos laterais, mas estes talvez não sejam tão importantes quanto os verticais no interior dos solos do segmento superior, pelos seguintes motivos: os limites superiores destas bandas são predominantemente horizontais, acompanhando as baixas declividades da superfície do transecto; estes limites refletem mais uma mudança abrupta de cor do que de textura propriamente, já que há apenas um fraco aumento de argila da banda para a interbanda, como verificado em campo.

Por outro lado, no segmento médio ocorre principalmente a classe **Argissolo (Amarelo e Acinzentado)** (Figuras 15 e 16), caracterizada por uma forte anisotropia vertical, já que os horizontes A, AE e E são arenosos e o Bt é areno-argiloso, havendo um limite abrupto entre os dois últimos horizontes. Esta forte mudança textural foi facilmente verificada em campo e confirmada pelas análises granulométricas (Figura 18) e pela descrição micromorfológica. Nas lâminas delgadas ocorre uma mudança abrupta de distribuição relativa e de porcentagem, tamanho e grau de comunicação entre os poros: enquanto as interbandas do horizonte E são principalmente quitônicas (Fotos 12 e 14) e possuem 50% (em área) de macroporos com grau de comunicação médio, no Bt a distribuição relativa passa para porfírica (Foto 25) e os poros representam apenas

10% (em área) da pedofábrica, sendo estes principalmente meso a macroporos, não a fracamente comunicantes.

Estas características apontam para uma nítida diminuição de permeabilidade de um horizonte ao outro, havendo uma resistência ao fluxo vertical da água a partir do Bt e o favorecimento do fluxo lateral no contato interbanda/Bt, situação semelhante a já verificada por muitos outros autores (WHIPKEY & KIRKBY, 1978; GERRARD, 1981; SELBY, 1993; SALOMÃO, 1994; RESENDE *et al.*, 1995; CUNHA, 1996; MARTINS, 2000). Este fluxo lateral é provavelmente paralelo à superfície já que a geometria do contato interbanda/Bt é concordante com a morfologia do transecto. Desta forma, assim como o escoamento lateral superficial é facilitado pelas crescentes declividades da superfície do segmento médio do transecto, o escoamento lateral subsuperficial é facilitado pelas declividades semelhantes presentes no contato entre os dois horizontes citados, havendo uma tendência ao desenvolvimento de velocidades relativamente altas também em subsuperfície. Desta forma, é possível que ocorra uma concentração de fluxos internos neste contato, contrariando as deduções de possível predominância de fluxos não concentrados, realizada no início deste item a partir dos dados de morfologia do transecto.

Nos segmentos inferiores a e b ocorre o **Cambissolo Háplico** (Figuras 15 e 16), classe de solo que também possui variação textural entre o horizonte AB e Bi, apesar desta não ser tão pronunciada quanto a existente entre a interbanda (E) e o Bt dos Argissolos. Esta característica é confirmada tanto pelos dados granulométricos (Quadro 2; Figura 18) quanto pelas descrições micromorfológicas, que mostram haver no ABi distribuição relativa quitônica (Foto 26) e pedofábrica composta por 50% de macroporos, com grau de comunicação médio, enquanto o Bi passa a ser porfírico e gefúrico, com pedofábrica composta por 15% de meso a macroporos, não a medianamente comunicantes. Já no segmento inferior c ocorre **Neossolo Litólico**, caracterizado macromorfológicamente pela pequena espessura e por um limite abrupto entre o horizonte A, mais poroso, e o horizonte C-3, bem menos poroso, muito semelhante à rocha sã. Desta forma, muito provavelmente os fluxos subsuperficiais continuam sendo predominantemente laterais nestas classes de solo, desenvolvidos essencialmente nos limites AB - Bi e A - C-3; sua velocidade possivelmente continue alta nestes limites, já que as altas declividades da superfície dos segmentos inferiores são mantidas na geometria dos limites entre os horizontes citados. Contudo, a presença

de maior porcentagem de argila e de uma cobertura menos espessa nestes segmentos, a qual funcionaria como um funil, pode gerar na estação chuvosa (outubro a março) uma maior retenção de água nos horizontes de textura mais fina.

A partir das inferências realizadas até o momento, pode-se supor que no segmento superior o Neossolo Quartzarênico é provavelmente bem drenado, com maior capacidade de infiltração, maior permeabilidade e predominância do fluxo vertical. Nos segmentos médio e inferiores, os Argissolos, o Cambissolo Háptico e o Neossolo Litólico possivelmente possuem capacidade de infiltração relativamente menor e a permeabilidade se mantém alta apenas nos horizontes A, AE e ABi, diminuindo bruscamente nos horizontes subjacentes Bt, Bi e C-3. Desta forma, os fluxos de água tendem a ocorrer lateralmente e em velocidades relativamente altas principalmente nos contatos abruptos entre os horizontes citados. Por outro lado, haveria uma permanência maior da água no Bt, Bi e C-3 na estação chuvosa, devido a menor permeabilidade destes horizontes, causando aí piores condições de drenagem do que no Neossolo Quartzarênico.

A variação de cor na cobertura pedológica ao longo do transecto corrobora com a hipótese de instalação de piores condições de drenagem interna nos solos da alta a baixa vertente, uma vez que no Neossolo Quartzarênico predominam cores avermelhadas e nos Argissolos, Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico predominam cores amareladas e/ou acinzentadas. De acordo com GERRARD (1981), a presença de cores mais avermelhadas no terço superior das vertentes indica presença de óxidos de ferro não hidratados, normalmente associados à fração argila; a mudança para cores amarelas e brunas evidencia um aumento do grau de hidratação dos óxidos de ferro, refletindo uma situação de maior permanência da água no solo. Ainda baseando-se neste autor, a coloração acinzentada/alaranjada reflete a instalação de condições de saturação prolongadas o suficiente para promover a redução do ferro e sua migração. É provável que estas condições ocorram nas classes de solo presentes nos segmentos médio e inferiores, já que foram observados mosqueamentos em alguns horizontes das classes de solo aí presentes, conforme explicitado na descrição do Capítulo IV - Resultados.

3 - As translocações e perdas de matéria no Segmento Superior / Neossolo Quartzarênico

Neste segmento foram encontradas as seguintes feições: bandas onduladas interpretadas como evidências de e-iluviação, golfos nas partículas de quartzo, interpretados como evidências de dissolução de sílica, evidências de *plasma infusion*, o qual provoca a desintegração das partículas de areia em partículas menores, e partículas com “duas superfícies”, que podem indicar a reprecipitação de sílica. Destas feições não se esperava encontrar apenas a última, conforme explicitado no Capítulo I – Introdução.

3.1 - As bandas e o processos de e-iluviação de material coloidal

Como descrito no Capítulo IV - Resultados, o horizonte E com bandas do Neossolo Quartzarênico, sobrejacente ao horizonte C-1, é espesso e possui grande quantidade de bandas (Fotos 4 e 8). A presença dominante de plasma com orientação moderada a forte nas lâminas delgadas destas bandas, principalmente em forma de pontes entre as partículas do esqueleto, sugere o predomínio de processos de eluviação / iluviação.

Experimentos em laboratório, realizados por DIJKERMAN *et al.* (1967) e BOND (1986), mostraram que a adição de água destilada em uma coluna de areia com pequena quantidade de argila provoca a movimentação do material coloidal e sua posterior deposição, seja esta por toda a coluna, como verificado pelos primeiros autores, ou concentrada em bandas, como visto pelo segundo autor. A observação destas feições no microscópio óptico mostrou que o material coloidal depositado apresenta orientação moderada a forte e está presente nos poros ou forma pontes entre as partículas do esqueleto, assim como descrito no Neossolo Quartzarênico do transecto Espreado (Foto 19).

Os resultados do experimento de BOND (1986) são especialmente interessantes pois mostraram que 6 bandas, paralelas entre si e ao topo da coluna de areia fina, foram formadas em um curto período de tempo (16 horas), em um mesmo evento de infiltração e em condições de fluxo vertical insaturado. Além disto, havia menos de 1% de argila na coluna de areia, o que mostra que uma pequena quantidade de material coloidal é suficiente para a ocorrência do processo. Este autor atribuiu a formação de cada banda à uma dispersão inicial dos colóides devido à adição de água destilada e sua subsequente deposição alguns centímetros abaixo, provavelmente devido a dois

mecanismos: o peneiramento provocado pelo material pré-existente e/ou o excesso da concentração máxima possível de material em suspensão. O material mobilizado percorreria um curto caminho, já que a argila seria eluviada do material localizado imediatamente acima de cada banda, havendo a formação concomitante da interbanda subjacente.

As condições simuladas no laboratório por BOND (1986) são próximas às encontradas no Neossolo Quartzarênico, pois a quantidade de argila neste solo é relativamente pequena, sendo apenas suficiente para classificá-lo em uma textura areia ou areia franca (Quadro 2). Além disto, no segmento superior do transecto provavelmente predomina o fluxo vertical sobre o lateral, conforme já discutido, o que sugere que a movimentação do material deva ocorrer principalmente neste sentido, promovendo a formação de bandas horizontais e relativamente paralelas entre si e à superfície, como foi verificado no segmento superior do transecto (Fotos 4 e 8). É possível, ainda, que o material mobilizado nas interbandas não percorra uma longa distância no Neossolo Quartzarênico, depositando-se principalmente na banda subjacente, conforme a hipótese lançada por BOND (1986) e também utilizada por KEMP & MCINTOSH (1989) em solos arenosos da Nova Zelândia. Cabe lembrar que a presença de menor quantidade de esqueleto e plasma nas interbandas sugere a remoção não apenas do material coloidal do Neossolo Quartzarênico.

Não foi possível saber, entretanto, quais os mecanismos específicos responsáveis pela mobilização inicial do material e por sua posterior deposição na área de estudo. Além dos dois mecanismos sugeridos por BOND (1986) para a acumulação das partículas, principalmente coloidais, DIJKERMAN *et al.* (1967) citam outros, entre eles floculação por óxidos de ferro livres, precipitação química periódica de Fe com subsequente floculação de colóides e/ou evapotranspiração de frente de umidade (*wetting front*).

Vale ressaltar que no Neossolo Quartzarênico do transecto Espreado as bandas possuem tanto plasma típico de iluviação de argila quanto plasma asséptico, muito semelhante em cor e estrutura ora ao plasma do horizonte AE, nas bandas menos profundas, ora ao plasma dos horizontes C-1, nas bandas mais profundas. Desta forma, parece que as bandas e interbandas instalaram-se em um antigo limite entre o horizonte superficial – A - e profundo - C-1, e o plasma que não testemunha o processo de iluviação seria relíquia do já existente previamente. Desta forma, o material que é

provavelmente relíquia pode ter funcionado como uma peneira para a deposição do plasma nas bandas. Apesar desta evidência, é importante ressaltar que os mecanismos específicos responsáveis pela e-iluviação permanecem desconhecidos neste trabalho, sendo necessário realizar uma outra pesquisa, aprofundando esta questão.

Em suma, ocorre uma redistribuição interna de matéria no Neossolo Quartzarênico, criando zonas com menor e maior densidade no interior dos solos, o que poderia desencadear um rebaixamento da superfície. As interbandas seriam as principais zonas de perda de matéria, possuindo textura areia, cerca de 5% de plasma (com estrutura sépica ou assépica) e menor porcentagem de partículas de esqueleto em relação às bandas. Cada banda seria uma zona com feições de acumulação, mas que ainda guardaria relíquias do material ali presente antes da instalação do processo. Esta associação de materiais caracterizaria estas bandas pela textura areia franca ou franco-arenosa e, nas lâminas, pela maior quantidade de plasma (semelhante ao da interbanda ou com orientação moderada a forte) e de esqueleto do que nas interbandas.

Na região de São Pedro as bandas onduladas foram estudadas em maior detalhe por OLIVEIRA (1997a) na bacia do Retiro, em uma topossequência com sistema de transformação lateral de Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) em Argissolo Vermelho-Amarelo (Podzólico Vermelho-Amarelo), conforme já citado no item 1 deste capítulo. Esta autora verificou que a sucessão de bandas / interbandas está presente no terço superior da vertente, no horizonte E do Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa), assim como no transecto Espraiado. A origem destas bandas também foi interpretada a partir da e-iluviação de argila, mostrando a expressão do processo na Zona de Transição do *Glacis* de São Pedro (OLIVEIRA, 1997a).

É importante ressaltar que as feições interpretadas como de iluviação encontradas nas lâminas das bandas no transecto Espraiado assemelham-se àquelas descritas por BOND (1986) e DJIKERMAN *et al.* (1967), ou seja, material forte a moderadamente orientado presente principalmente na forma de pontes. Não se trata, então, das mesmas feições encontradas por OLIVEIRA (1997a), que descreveu cutãs de iluviação, ou seja, feições associados a poros e com orientação forte e contínua, conforme definição de BREWER (1976).

3.2 - Translocações e perdas de matéria associadas às partículas de quartzo

Nas lâminas delgadas dos horizontes pedológicos analisadas no transecto Espreado notou-se que as partículas de quartzo apresentam golfos de dissolução e/ou microfissuras na superfície das partículas, além de ocorrer pedaços de partículas quebradas ainda dispostos no formato original de uma partícula maior, preservando inclusive os encaixes entre as partes originadas pela quebra. Um plasma vermelho-escuro, provavelmente enriquecido em ferro, encontra-se associado aos golfos de dissolução e/ou às microfissuras dos quartzos, muitas vezes encobrindo toda ou parte de sua superfície. Apesar destas feições estarem presentes em todo o transecto, elas ocorrem em maior número e frequência no Neossolo Quartzarênico (Fotos 15 a 18; 21, 23 e 24).

Golfos de dissolução semelhantes aos encontrados nas lâminas descritas no presente estudo (Fotos 15 a 18; 21 e 24) foram identificados em microscópio óptico já há algumas décadas, podendo ser citado nesta linha o trabalho de CLEARY & CONOLLY (1972). Contudo, a maioria das pesquisas sobre as formas de dissolução no quartzo em imagens é posterior a esta data e elaborada principalmente a partir de microscópio eletrônico de varredura (MEV), fornecendo evidências adicionais sobre o processo (LENEUF, 1973; ESWARAN & BIN, 1978; ESWARAN & STOOPS, 1979; FLAGEOLLET, 1980; CHALCRAFT & PYE, 1984; FRITSCH, 1988; HOWARD *et al.*, 1995; MARCELINO *et al.*; 1999). Da literatura citada, destaca-se o trabalho de ESWARAN & STOOPS (1979), que sugere que o primeiro estágio do intemperismo do quartzo em ambientes tropicais é o fraturamento mecânico das partículas, causado por tectonismo ou pela exposição às condições atmosféricas, surgindo posteriormente as feições superficiais típicas de dissolução.

Apesar do quartzo ser um dos minerais mais resistentes ao intemperismo químico, condições agressivas de clima tropical podem levá-lo à dissolução, ou seja, à solubilização completa, originando principalmente o ácido monossilícico (H_4SiO_4) (McBRIDE, 1994; TAN, 1992; TOLETO *et al.*, 2000). A solubilidade natural da sílica é maior em meios alcalinos, em ambientes com altas temperaturas/altas pluviosidades e em perfis com drenagem eficiente, os quais permitem que as soluções permaneçam insaturadas devido à percolação relativamente rápida das águas (TAN, 1992; WRAY, 1997; McBRIDE, 1994; TOLEDO *et al.*, 2000). Entretanto, de acordo com HOWARD *et al.* (1995), um tempo suficientemente longo de exposição ao intemperismo químico

pode ser suficiente para a geração de feições de dissolução em ambientes não tão agressivos, como os de clima temperado, por exemplo.

Conforme exposto no Capítulo II - Caracterização da Área de Estudo, a região de São Pedro apresenta média pluviométrica anual superior a 1300 mm, sendo que cerca de 80% deste valor é precipitado em apenas 6 meses, e temperatura média anual superior a 21°C, com pequena amplitude térmica. Estas condições, aliadas a um tempo relativamente longo de atuação dos processos de intemperismo, seriam favoráveis a promoção de dissolução do quartzo nos solos locais.

Como já discutido, o Neossolo Quartzarênico, localizado no segmento superior, é provavelmente o solo mais intemperizado do transecto, o que fornece a possibilidade de uma ação prolongada do processo de dissolução. Além disto, trata-se do solo com melhores condições de drenagem do transecto, fato que também favorece a ocorrência deste processo. Vale destacar que a sílica permanece solúvel em meios ácidos, como é o caso do transecto Espreado (Quadro 6; Figura 21), apesar de apresentar neste caso solubilidade bem menor do que em valores de pH superiores a 8.

Assim como comentado por ESWARAN & STOOPS (1979), a dissolução do quartzo é um processo lento mas contínuo, podendo ser responsável por um baixo mas constante suprimento de sílica na solução do solo. Desta forma, trata-se de um processo que promove a remoção de matéria em solução, podendo diminuir, com o decorrer do tempo, o volume dos solos. Conforme já comentado no Capítulo I - Introdução, TEEUW *et al.* (1994) identificaram este fenômeno em solos tropicais de Serra Leone e atribuíram a sua presença como uma componente de denudação nas vertentes.

A presença do plasma vermelho escuro associado às microfissuras e aos próprios golfos de dissolução, e a existência de partículas quebradas em pedaços menores (Fotos 15, 16, 18, 24 e, principalmente, 23) parecem ser evidências de um outro processo, descrito por ESWARAN & BIN (1978) e ESWARAN & STOOPS (1979) em solos tropicais. Tais autores observaram que a superfície das partículas de quartzo encontravam-se muitas vezes dominadas por argila ou por cristalizações de óxidos/hidróxidos de ferro, normalmente associadas às fissuras, crateras e golfos de dissolução. Este fenômeno, denominado *plasma infusion*, foi considerado nestes trabalhos como um importante aliado da desintegração do quartzo, já que a presença do plasma contribui com a quebra das partículas, principalmente por esforço mecânico. Isto leva à produção de partículas menores a partir da desintegração das maiores, podendo

intensificar tanto a remoção mecânica, já que produz partículas mais facilmente carregadas pelos fluxos de água, quanto a dissolução, pois ocorre um aumento da superfície específica das partículas.

TEEUW *et al.* (1994) também identificaram este fenômeno nos solos de Serra Leone, sendo mais um dos componentes de denudação das vertentes estudadas, já que pode intensificar tanto a remoção química quanto a mecânica da sílica. Desta forma, o processo de *plasma infusion* pode ser considerado como mais um dos mecanismos de remoção de matéria da cobertura pedológica do transecto Espraiado, principalmente do Neossolo Quartzarênico.

Cabe destacar, ainda, a ocorrência de partículas de quartzo com “duas superfícies” nas lâminas delgadas de solos do transecto Espraiado, sendo uma interna e mais alta e outra externa e mais rebaixada (Foto 21). O plasma vermelho-escuro, enriquecido em ferro, é encontrado no entorno e acima da superfície interna. Esta feição foi vista também nas lâminas da alterita, mas em uma quantidade bem menor do que nas lâminas de solo.

AUBOUIN *et al.* (1975) descrevem esta feição em rochas sedimentares e atribuem sua gênese à dissolução da sílica e sua posterior precipitação no entorno da partícula, onde há menor pressão. Assim, a superfície externa e mais baixa seria composta por sílica amorfa ou recristalizada, proveniente da dissolução da sílica na superfície interna. Infelizmente não é possível saber se as partículas “com duas superfícies” das lâminas de solos são inteiramente herdadas da rocha sedimentar subjacente ou se também há precipitação de parte da sílica solubilizada no ambiente do solo. Talvez a presença de golfos de dissolução nas partículas de quartzo e de uma maior quantidade destas feições nas lâminas de solo, se comparadas às da alterita, seja indicativa da segunda hipótese.

4 - As perdas de matéria no segmento médio / Argissolos Amarelo e Acinzentado e nos segmentos inferiores / Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico.

As feições indicadoras dos processos anteriormente discutidos ainda estão presentes nestes segmentos, mas em quantidade e frequência bem menores. Aqui predominam outras feições, tais como orifícios provavelmente associados ao processo de *piping*, concavidades que podem estar relacionadas à abatimentos, bandas onduladas, provavelmente associadas à perda de plasma do horizonte subjacente, mosqueamentos

que indicam processos de hidromorfia e, portanto, maior mobilidade do ferro reduzido, e feições relacionadas à mobilização de plasma e esqueleto nos poros. Destas feições esperava-se encontrar apenas as duas primeiras, como explicitado no Capítulo I – Introdução.

4.1 - As bandas onduladas do segmento médio e as possíveis perdas de matéria

As bandas nos Argissolos possuem uma menor quantidade de pontes de plasma com orientação forte a moderada, mas o que existe ainda seria suficiente para indicar a ocorrência, mesmo que restrita, do processo de e-iluviação no segmento médio do transecto. No entanto, a presença localizada de elos que ligam o horizonte Bt às bandas sobrejacentes no Argissolo Acinzentado (Foto 9) pode indicar que, localmente, as bandas também podem estar sendo originadas pela degradação e a saída de argila do horizonte subjacente, criando zonas arenosas ou interbandas e zonas mais argilosas suspensas, residuais do horizonte Bt.

Esta explicação para a gênese das bandas é sugerida por RUELLAN & DOSSO (1993), ao lado da gênese por e-iluviação de argila. CASTRO (1989b), ao encontrar evidências, entre elas os elos de ligação, entre o horizonte com acréscimo de argila e as bandas em uma cobertura pedológica com sistemas de transformação lateral em Marília (SP), concluiu que as bandas estudadas originam-se a partir da degradação do topo do horizonte B textural. O bloqueio da drenagem provocado pelo forte gradiente textural entre o horizonte arenoso (A2 ou E) e o Bt subjacente provoca transformação e/ou perda de matéria em bolsões no topo deste último horizonte, isolando progressivamente as bandas vertente acima até o momento em que não são mais encontrados os elos de ligação herdados do processo. As relíquias do Bt nas bandas foram constatadas pela análise micromorfológica.

No transecto Espreado, a banda, o elo de ligação e o horizonte Bt subjacente foram analisados em lâminas delgadas. O plasma predominante nos 3 possui a mesma coloração sob luz natural e a mesma estrutura sob luz polarizada, o que corrobora com a hipótese de gênese local por degradação do horizonte Bt. Contudo mesmo estas bandas apresentam, secundariamente, pontes de plasma com orientação moderada a forte, mostrando também haver processo de e-iluviação no local. Destaca-se que RUELLAN & DOSSO (1993) também relatam a presença de revestimentos de argila nas partículas de esqueleto das bandas originadas por degradação do horizonte argiloso subjacente.

Cabe assinalar neste momento que, para confirmar qualquer das hipóteses de gênese das bandas onduladas tanto no segmento superior quanto médio do transecto Espreado seria necessário uma coleta de dados macromorfológicos, micromorfológicos e analíticos ainda mais detalhada do que os que foram realizados no presente trabalho. Contudo, as hipóteses ou explicações de gênese das bandas elencadas na literatura consultada (DIJKERMAN *et al.*, 1967; SUGUIO & COIMBRA, 1976; BOND, 1986; KEMP & MCINTOSH, 1989; CASTRO, 1989b; RUELLAN & DOSSO, 1993; OLIVEIRA, 1997a) envolve transferência ou perda de matéria do sistema, seja em suspensão ou em solução. Isto indica que a seqüência de bandas e interbandas presente no transecto evidencia a mobilização de matéria no interior da cobertura pedológica e a possível perda de volume do solo com o decorrer do tempo.

4.2 - Evidências de processo de *piping*

Conforme citado no Capítulo IV - Resultados, na superfície dos segmentos médio e inferiores do transecto foram observadas evidências do processo de *piping*, tais como pequenas concavidades e orifícios de aproximadamente 20 cm de diâmetro.

Os *pipes* podem ser definidos como grandes túneis no interior dos solos, de forma quase cilíndrica, muitas vezes interligados em redes subterrâneas de extensões consideráveis (WARD, 1984). Foram descritas na literatura diversas condições que podem desencadear a formação destas cavidades, entre elas a presença de diferenças texturais bruscas nos solos, causadas pela presença de horizontes subsuperficiais pouco permeáveis, e a existência de declividades médias a altas nas vertentes (WHIPKEY & KIRKBY, 1978; GERRARD, 1981; McCAIG, 1985). Estes dois fatores estão presentes nos segmentos médio e inferior do transecto Espreado e, conforme já descrito no item 2 do presente capítulo, eles podem ser responsáveis pelo estabelecimento de um fluxo lateral com velocidade relativamente alta. Tais fluxos, que no transecto Espreado ocorreriam preferencialmente nos limites entre os horizontes AE-Bt e ABi-Bi, podem instabilizar o material arenoso e carrear material suficiente para a formação dos *pipes*. Estas cavidades conectadas no interior da cobertura pedológica podem provocar abatimentos e a origem de pequenas concavidades na superfície do solo, como foi verificado no transecto.

SALOMÃO (1994) verificou a ocorrência de processo de *piping* no limite entre os horizontes E-Bt em vertentes da região de Bauru e constatou que este fenômeno é

determinante na ocorrência de processos de erosão linear na área. Na região de São Pedro, CAPPELARI (1995), OLIVEIRA (1997b) e DIAS FERREIRA (1997) também associaram a instalação de fluxo concentrado no limite E-Bt nos terços médio e inferior das vertentes ao desencadeamento de formas de erosão linear.

Desta forma, é bem possível que este processo ocorra nos segmentos médio e inferior do transecto Espraiado, sendo responsável pela remoção mecânica de uma grande quantidade de matéria no interior da cobertura pedológica. Cabe destacar que, conforme FURQUIM (1997), a bacia do Córrego Espraiado também apresenta várias formas de erosão linear (voçorocas, ravinas e sulcos), inclusive nas vertentes vizinhas ao transecto Espraiado.

4.3 - Outras evidências de remoção de matéria nos segmentos médio e inferiores

Principalmente nas lâminas das bandas e dos horizontes Bt e Bi, mas também nos solos dos horizontes C-2 e C-3 foram observadas feições possivelmente associadas à remoção de matéria: os poros, associados principalmente à atividade biológica (raízes e mesofauna), muitas vezes possuem bordas rugosas e presença de plasma e de partículas de esqueleto em seu interior (Foto 20 e 21). Apesar de estarem presentes no Neossolo Quartzarênico, principalmente nas bandas, estas feições são bem mais abundantes nos horizontes citados, localizados nos segmentos médio e inferiores. Estas feições parecem indicar que tanto o plasma quanto o esqueleto está sendo mobilizado pelos fluxos de água que atravessam estes macroporos, principalmente em suspensão. É, ainda, bastante possível que a atividade biológica, que parece ser mais intensa nestes segmentos do transecto, seja responsável não apenas pela abertura dos canais, mas também por parte da remobilização destes materiais.

Cabe destacar ainda o papel da hidromorfia nestes horizontes. A ocorrência de saturação hídrica, mesmo que temporária, nos segmentos médio e inferior do transecto induz o estabelecimento de condições anaeróbias, desencadeadoras da redução do Fe^{+3} para Fe^{+2} . Este processo é evidenciado nos horizontes Bt e Bi pelo aparecimento de pontos de mosqueamento, principalmente de coloração alaranjada. A forma reduzida do ferro, por ser mais solúvel, está sujeita à uma maior remoção, promovendo muitas vezes a dispersão dos minerais de argila (FANNING & FANNING, 1989).

5 - Os dados químicos e as possíveis interpretações

Infelizmente os dados químicos da cobertura pedológica do transecto não puderam indicar translocações de matéria em solução. O expressivo aumento de Al^{+3} e H^+ trocáveis da alta a baixa vertente (Figuras 22 e 24) está provavelmente associado à maior liberação destes elementos pelos processos de intemperismo no contato rocha-solo, que nos segmentos inferiores ocorre próximo à superfície. A maior porcentagem de argila (Figura 17) e a presença de esmectita, que possui alta capacidade de troca, manteriam uma grande quantidade destes elementos adsorvidos nos solos destes segmentos (informações verbais de Laurent Barbiero e Vincent Valles)

Os outros dados mostram apenas que os solos da alta a baixa vertente apresentam padrões químicos diferenciados. Além disto, cabe ressaltar que os resultados químicos em solos arenosos podem não representar a realidade local, já que suas características podem se alterar com muita facilidade devido à escassa presença de elementos facilmente solúveis nestes solos (informações verbais de Laurent Barbiero e Vincent Valles).

6- Relações entre os processos descritos e o modelado

As evidências identificadas no presente trabalho indicam a ocorrência de processos químicos e mecânicos, muitas vezes associados entre si, desencadeados principalmente pela circulação da água no interior dos solos e responsáveis pela redistribuição e/ou remoção de material em todo o transecto. Conforme exposto neste capítulo, parece haver predomínio de diferentes processos no Neossolo Quartzarênico, localizado no segmento superior, e nos Argissolos e Cambissolo Háptico, localizados nos segmentos médio e inferiores. No Neossolo Quartzarênico, segmento superior, foi encontrada a maior quantidade de feições relacionadas aos processos de dissolução do quartzo, *plasma infusion* e e-iluviação de plasma. Nos Argissolos (Amarelo e Acinzentado) e no Cambissolo Háptico, localizados nos segmentos médio e inferior, estas feições aparecem em menor quantidade, mas surgem outras provavelmente associadas aos processos de *piping*, hidromorfia, entre outros. As únicas feições encontradas que indicam a deposição ou precipitação de elementos no sistema foram as bandas onduladas do Neossolo Quartzarênico e as superfícies duplas das partículas de quartzo. Desta forma, parece que a cobertura pedológica do transecto Espreado caracteriza-se principalmente pela perda generalizada de matéria, em parte facilitada

pelas condições ácidas dominantes e provavelmente pela maior atividade biológica em alguns segmentos.

Infelizmente não foi possível saber com base nos métodos utilizados no presente trabalho de qual segmento do transecto há maior perda interna de matéria e, muito menos, qual a taxa de exportação. A estimativa qualitativa das taxas de perdas de matéria poderia até ser feita caso houvesse a dominância do mesmo conjunto de processos da alta à baixa vertente. CRABTREE (1986), por exemplo, propõe um modelo baseado em condições físico-químicas para vertentes dominadas pelos processos de perdas em solução e estima quais os segmentos que estariam perdendo e quais estariam ganhando matéria; a partir daí o autor deduz qual o provável modelo de evolução das vertentes por ele estudadas.

Contudo, como resumido acima, as feições encontradas no transecto Espreado denunciam a predominância de processos diferenciados no segmento superior e nos segmentos médio e inferiores, o que dificulta este tipo de estimativa. Desta forma, é impossível fazer uma aproximação de qual modelo de evolução, comumente utilizado na literatura geomorfológica, poderia ser o dominante no transecto Espreado ou mesmo até que ponto os processos descritos são responsáveis pela sua forma convexa atual.

O estudo qualitativo aqui realizado pôde apenas indicar que as evidências de saída de elementos no interior da cobertura pedológica provavelmente associam-se a uma perda de volume dos materiais e um rebaixamento do modelado local, assim como descrito em outras áreas tropicais por alguns autores, entre estes BOULET (1992), PELLERIN & QUEIROZ NETO (1992), TEEUW *et al.* (1994), DIAS FERREIRA (1997) e COLTRINARI (1999).

Como já apresentado no Capítulo II - Caracterização da Área de Estudo, a Zona de Transição do *Glacis* de São Pedro caracteriza-se por uma perda de altitude dos topos e segmentos superiores em relação a Zona Preservada do *Glacis*. É possível, então, que as evidências reunidas neste trabalho e nos trabalhos de DIAS FERREIRA (1997) e OLIVEIRA (1997a) sejam fortemente responsáveis por este rebaixamento generalizado.

Além disto, os indícios de processos de *piping*, abatimentos superficiais e pequenos movimentos de massa nos segmentos médio e inferior do transecto Espreado estão de acordo com o que foi encontrado na bacia do Retiro por DIAS FERREIRA

(1997), parecendo haver uma repetitividade destes processos na Zona de Transição do *Glacis*.

Por fim, cabe destacar que os resultados apresentados na presente pesquisa estão em desacordo com a idéia de oposição entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos, comumente presente na visão tradicional das relações solo-relevo, uma vez que os processos inferidos são possivelmente responsáveis não apenas por mudanças de características morfológicas (macro e micro) e analíticas da cobertura pedológica, mas também por mudanças no modelado. Além disto, a presença destes processos na área estudada parece estar de acordo com os princípios da teoria de etchplanação, assim como concluíram TEEUW *et al.* (1994) e COLTRINARI (1999) em seus estudos.

VI - BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. (1964) Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. *Boletim Instituto Geológico e Geográfico*, nº41. São Paulo, p. 166-263.
- ALMEIDA, F.F.M. & BARBOSA, O. (1953) Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro. *Bol. Div. Geol. Min. DNPM*. Rio de Janeiro, 1-96p.
- AUBOUIN, J.; BROUSSE, R.; LEHMAN, J.P. (1975) *Precis de géologie: Pétrologie*. Col. Dunod Université, Paris, p. 243-246.
- BARCELOS, J.H.; SOUZA FILHO, E.E.; FÚLFARO, V.J.; LANDIM, P.M.B.; COTTAS, C.R.; WU, F.T.; GODOY, A.M. (1983) Formação Itaqueri, um exemplo de tectofácies. *Anais do 4º Simpósio Regional de Geologia - SBG*, SP. p. 245-252.
- BIRKELAND, P.W. (1999) *Soils and Geomorphology*. Oxford University Press. 3ª edição. 430p.
- BLONG, R.J. (1975) Hillslope morphometry and classification: a new zeland example. *Z. Geomorph. N.F.*, v.19, n.4, p. 405-429.
- BOMER, B. (1993) Géomorphologie et Pédologie. Histoire Parallèle. *Bull. Assoc. Géogr. Franç.-2*, Paris.
- BOND, W.J. (1986) Illuvial band formation in a laboratory column of sand. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 50, p. 265-267.
- BOULET, R. (1992) Uma evolução recente da pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. *Anais do III Congresso ABEQUA*. Belo Horizonte, p.43-51.
- BRADY, N.J. (1989) *Natureza e propriedades dos solos*. 7ª edição. Livraria Freitas Bastos. Rio de Janeiro. 878 p.
- BRASIL (1960) *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (Contribuição à Carta de Solos do Brasil)*. São Paulo, p.31-40
- BREWER, R. (1976) *Fabric and mineral analysis of soils*. New York. Wiley. 470p.
- BRIGHETTI (1994) *Faciologia dos Sedimentos da Formação Pirambóia na Região de Rio Claro (SP)*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, p1-90.
- BÜDEL (1957) Die “Doppelten Einebnungsflächen” in den feuchten Tropen. *Z. Geomorph. N.F.*, v.1, p.201-288 (resumo em inglês “Double surfaces of leveling in the humid tropics”).
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T.; BABEL, U. (1985) *Handbook for soil thin section description*. Waine Research Publication, 152 p.
- CAETANO CHANG, M.R.; WU, F.T.; BRIGHETTI, J.M.B. (1991) Caracterização Eólica de Arenitos da Formação Pirambóia, Proximidades de São Pedro (SP). *Anais II do Simpósio de Geologia do Sudeste*. São Paulo, p.53-58.

- CAMARGO, M.N.; KLANT, E.; KAUFFMAN, J.H. (1987) Classificação de solos usada em Levantamento Pedológico no Brasil. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, no. 1, p. 11-33.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J.M.A.S. (1986) Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, nº. 106. Campinas. .94 p.
- CAPELLARI, B.(1995) *Estudo das Áreas de Risco à Erosão em São Pedro, SP* Trabalho de Graduação Individual, Departamento de Geografia, FFLCH, USP, 74p.
- CASTRO, S. S. (1989a) *Micromorfologia de solos - pequeno guia para descrição de lâminas delgadas*. Apostila do curso de pós-graduação, Depto de Geografia/USP, 87p.
- CASTRO, S. S. (1989b) *Sistemas de Transformação Pedológica em Marília, SP: B Latossólicos e B texturais*. Tese de Doutorado. Depto de Geografia. FFLCH. USP. São Paulo
- CHALCRAFT, D. & PYE, K. (1984) Humid tropical weathering of quartzite in Southeastern Venezuela. *Z. Geomorphol.*, v.28, no. 3, p. 321-332.
- CHORLEY, R.J. (1964) The nodal position and anomalous character of slopes studies in geomorphological research. *Geographical Journal*, v.130, n.1, p. 70-73
- CHORLEY, R.J. (1978) The Hillslope Hydrological Cycle. In KIRKBY, M.J. (ed.). *Hillslope Hidrology*, John Wiley & Sons Ltd., p. 1-42.
- CLEARY, W.J. & CONOLLY, J.R. (1972) Embayed Quartz Grains in Soils and their Significance. *J. Sedim. Petrol.*, vol. 42, no. 4, p. 899-904.
- COLTRINARI, L. (1980) Levantamento de Vertentes em Barueri - SP. *Geomorfologia*, n.58. Instituto de Geografia. USP, 13p.
- COLTRINARI, L. (1982) Atributos de formas de perfis de vertente em São José dos Campos, SP. *Anais do IV Simpósio do Quaternário no Brasil*, 381-400 p.
- COLTRINARI, L. (1999) Karstic-Type forms and landscape evolution in Taubaté Basin (São Paulo, Brazil). *Geografia Física e Dinâmica Quaternária*, v.22, p.5-12.
- CONTI, J.B. (1971) Condições Climáticas da Região de Águas de São Pedro. *Caderno de Ciências da Terra*, nº11, Instituto de Geografia, USP. São Paulo, 15 p.
- COUTARD, J.P.; DIAS FERREIRA, R.P.; PELLERIN, J. & QUEIROZ NETO, J.P. (1978) Excursão à Região da Serra de São Pedro e Vale do Rio Piracicaba. Guia de Excursões. Volume II do *Colóquio Interdisciplinar Franco-Brasileiro: "Estudo e Cartografia de Formações Superficiais e suas Aplicações em Regiões Tropicais"*. São Paulo, p. 45-74.
- COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. (1988) *Tabela de Identificação Óptica de Minerais Transparentes Comuns em Sedimentos Clásticos*. São Paulo. Inst. Geoc. USP. Apostila de curso de pós-graduação (inédita), 9p.

- CRABTREE, R.W. (1986) Spatial Distribution of Solutional Erosion. In Trudgill, S.T. (ed.) *Solute Processes*. Wiley Interscience Publication, p. 329-361.
- CUNHA, J.E. (1996) *Caracterização morfológica (macro e micro) e comportamento físico-hídrico de duas topossequências em Umarama (PR): subsídios para avaliação dos processos erosivos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 129 p.
- DEMATTÊ, J.L.I. & HOLOWAICHUCK, N. (1977a) Solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo. I. Propriedades granulométricas e químicas. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 1, nos 2-3, p. 92-98
- DEMATTÊ, J.L.I. & HOLOWAICHUCK, N. (1977b) Solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo. II. Mineralogia. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 1, nos 2-3, p. 99-103.
- DIAS FERREIRA, R.P. (1997) *Solos e morfogênese em São Pedro*. Tese de Doutorado. Depto de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas -FFLCH, Universidade de São Paulo-USP, 157 p.
- DIJKERMAN, J.C.; CLINE, M.G.; OLSON, G.W. (1967) Properties and Genesis of Textural Subsoil Lamellae. *Soil Science*, v. 104, no. 1, p.7-16.
- DOORNKAMP, J. C. & COOKE, R. U. (1990) *Geomorphology in environmental management. A New Introduction*. Clarendon Press. Oxford, cap. 2, p.19-63.
- DUARTE, U. (1980) *Geologia ambiental da área de São Pedro - SP - vetor águas subterrâneas*. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS - EMBRAPA (1997) *Manual de métodos de pesquisa de solos. 2a edição, Centro Nacional de Pesquisa de Solos*. Rio de Janeiro, 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS - EMBRAPA (1999) *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 1a edição. Serviço de Produção de Informação (SPI). Brasília, 412p.
- ESWARAN, H. & BIN, W.C. (1978) A Study of a Deep Weathering Profile on Granite in Peninsular Malaysia: I. Physico-Chemical and Micromorphological Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 42, p. 144-149.
- ESWARAN, H. & STOOPS, G. (1979) Surface Textures of Quartz in Tropical Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 43, p. 420-424.
- FANNING, D.S. & FANNING, M.C.B. (1989) *Soil- morphology, genesis and classification*. John Wiley & Sons. New York. 395 p.
- FASSBENDER, H. W. (1975) *Química de suelos - com ênfasis en suelos de América Latina*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba. Costa Rica. 398 p.
- FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. (1996) A Bacia de Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *An. Ac. Bras. Ci.*, v. 68, no.2, p. 195-205.

- FILIZOLA, H. & BOULET, R. (1993) Une évaluation de la vitesse de l'érosion géochimique à partir de l'étude de dépressions fermées sur roches sédimentaires quartzo-kaoliniques au Brésil. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.316, série II, p.693-700.
- FILIZOLA, H. & BOULET, R. (1996) Evolution and opening of closed depressions developed in a quartz-kaolinitic sedimentary substratum at Taubaté basin (São Paulo, Brazil), and analogy to the slope evolution. *Geomorphology*, v.16, p. 71-76.
- FINLAYSON, B. & STATHAM, I. (1980) *Hillslope analysis*. Sources and Methods in Geography. Butterworths. P. 147-185.
- FLAGEOLLET, J.C. (1980) Aspects morphoscopiques et exoscopiques des quartz dans quelques sols ferrallitiques de la région de cechi (Côte d'Ivoire). *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., v. XVIII, no. 2, p. 111-121.
- FRITSCH, E. (1988) Morphologie des quartz d'une couverture ferrallitique dégradée par hydromorphie. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., v. XXIV, no.1, p. 3-15.
- FURQUIM, S.A.C (1997) *Estudo Morfopedológico do Setor Centro-Norte do Interflúvio entre os Ribeirões Samambaia e Araquá, em São Pedro, SP*. Trabalho de Graduação Individual. Departamento de Geografia, FFLCH, USP, 94 p.
- GERRARD, A.J. (1981) *Soils and Landforms- an Integration of Geomorphology and Pedology*. London. Allen & Unwin, 219 p.
- GIANNINI, P.C. (2000) *Apostila de Sedimentologia para Graduação*. Inst. Geoc. USP (inédita). São Paulo.
- GOMES, C.F. (1988) *Argilas, o que são e para que servem*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. p. 173-194.
- GUILLORE, P. (1985) Methode de fabrication mecanique et en serie des lames minces. CNRS – INA-PG. Paris, 22 p.
- HOWARD, J.L.; AMOS, D.F.; DANIELS, W.L. (1995) Micromorphology and dissolution of quartz sand in some exceptionally ancient soils. *Sedim. Geol.*, v.105, p.51-62.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS-IAC & EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA-EMBRAPA (1999) *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1:500.000*. Campinas.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS-IAC & INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO-IGC (1989) *Carta Pedológica Semi-Detalhada do Estado de São Paulo- 1:100.000*. Folha Piracicaba. São Paulo.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE (1975) *Carta Topográfica de Campinas, SP, Folha SF-23-Y-A, 1:250.000*. São Paulo.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT (1981) *Mapa Geológico do Estado de São Paulo-1:500.000*. Monografia nº5, volumes 1 e 2. São Paulo, 126 p.

- JORGE, J. A. (1972) Matéria orgânica. In MONIZ, A. C. (org.) *Elementos de Pedologia*. Ed. Polígono/EDUSP. São Paulo, p. 169-177
- KEMP, R.A. & MCINTOSH, P.D. (1989) Genesis of a Texturally Banded Soil in Southland, New Zealand. *Geoderma*, v.45, p. 65-81.
- KIEHL, E. J. (1979) *Manual de edafologia*. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. 262 p.
- KILIAN, J. & ROSSELI, J.P. (1978) La Cartographie Morphopédologique de L'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et Cultives Vivrières. *IXeme Conférence Internationale de Cartographie* (communication), Maryland, USA.
- LEMOES, R. C. & SANTOS, R. D. (1996) *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*. 3ª edição. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 83 p.
- LENEUF, N. (1973) Observations stéréoscopiques sur les figures de corrosion du quartz dans certaines formations superficielles. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., v. XI, no. 1, p. 43-51.
- LEONARD, J. & ANDRIEUX, P. (1998) Infiltration characteristics of soils in mediterranean vineyards in Southern France. *Catena*, v.32, p.209-223.
- MARCELINO, V.; MUSSCHE, G.; STOOPS, G. (1999) Surface morphology of quartz grains from tropical soils and its significance for assessing soil weathering. *Eur. J. Soil Sci.*, v.50, p.1-8.
- MARTINS, F. R. (1993) *Estrutura de uma Floresta Mesófila*. Editora da UNICAMP. Campinas, 246p.
- MARTINS, V.M. (2000) *Caracterização Morfológica e da Circulação Hídrica dos Solos da Cabeceira de Drenagem do Córrego Bom Jesus no Município de Cidade Gaúcha*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo.
- McBRIDE, M.B. (1994) *Environmental Chemistry of Soils*. Oxford Univ. New York. 406 p.
- McCAIG, M. (1985) Soil Properties and Subsurface Hydrology. In RICHARDS, K.S.; ARNETT, R.R.; ELLIS, S. (eds.) *Geomorphology and Soils*. London. Allen & Unwin, p.121-140.
- McFADDEN, L.D. & KNUEPFER, P.K. (1990) Soil Geomorphology: the linkage of pedology and surficial processes. *Geomorphology*, v.3, p.197-205.
- MONTEIRO, C. A. F. (1973) *A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo - Estudo Geográfico sob Forma de Atlas*. Laboratório de Climatologia, Instituto de Geografia, USP. São Paulo, p. 117-129.
- OLIVEIRA, D. de. (1992) *Estudo da Origem dos Materiais dos Solos da Cobertura Arenosa do Glacis de São Pedro-SP*. Trabalho de Graduação Individual. Depto de Geografia, FFLCH, USP. São Paulo, 73 p.
- OLIVEIRA, D (1997a) *Estudo Macro e Micromorfológico de uma Topossequência da Bacia do Córrego do Retiro em São Pedro, S.P.* Dissertação de Mestrado. Depto de Geografia, FFLCH, USP. São Paulo, 143 p.
- OLIVEIRA, J.B. (inédito) *Solos da Folha Piracicaba. Memorial Descritivo*. Versão Incompleta.

- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. (1992) *Classes Gerais de Solos do Brasil. Guia Auxiliar para seu Reconhecimento*. 2ª edição. FUNEP. Jaboticabal, 201p.
- OLIVEIRA, M.A. (1997b) *Inventário Histórico das Formas de Erosão Linear no Interflúvio entre os Ribeirões do Meio e Samambaia no Glacis de São Pedro*. Trabalho de Graduação Individual. Departamento de Geografia, FFLCH, USP. São Paulo, 68 p.
- PELLERIN, J. & QUEIROZ NETO, J.P. (1992) Relations entre la distribution des sols, les formes et l'évolution géomorphologique du relief dans la haute vallée du Rio do Peixe (etat de São Paulo, Brésil). *Sciende du Sol*, vol. 30, no 3, p. 133-147.
- PETRI & FÚLFARO (1983) *Geologia do Brasil (Fanerozóico)*. T.A. Queiroz./EDUSP. São Paulo, p. 118-169.
- PITTY (1968) A simple device for the field measurement of hillslopes. *J. Geol.* v. 76, n.6. p. 717-720.
- PONÇANO et al (1982) A Formação Itaqueri e depósitos correlatos no Estado de São Paulo. *Anais 32º Congresso Brasileiro de Geologia, SBG*, Salvador, vol.4, p.1339-1350.
- PRADO, H. (1996) *Manual de Classificação de Solos do Brasil*. 3ª edição. FUNEP / UNESP. 195 p.
- QUEIROZ NETO, J. P.(1968) Os Solos. In AZEVEDO, A. (org.) *Brasil, a Terra e o Homem*, v. 1. Editora Nacional. São Paulo, p.467-507.
- QUEIROZ NETO, J. P. (1988) Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil. In MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; FREITAS, S. S. (orgs.) *A responsabilidade social da ciência do solo*. Sociedade brasileira de Ciência do Solo, Campinas, p. 415-429
- QUEIROZ NETO, J. P. (2000) Geomorfologia e Pedologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 1, no 1, p.59-67.
- QUEIROZ NETO, J. P. & JOURNAUX, A. (1977) *Carta Geomorfológica de São Pedro*. Instituto de Geografia, USP. São Paulo.
- RESENDE, M; CURTI, N; REZENDE, S. B; CORRÊA., G.F. (1995) *Pedologia: base para distinção de ambientes*. NEPUT. Viçosa, 304p.
- RUELLAN, A. (1990) *As Estruturas da Cobertura Pedológica* (Curso Mimeo). Não publicado, 80 p.
- RUELLAN, A. & DOSSO, M. (1993) *Regards sur le sol*. Universités Francophones. Les Éditions Foucher, Paris.
- SALOMÃO, F.X.T. (1994) *Processos Erosivos Lineares em Bauru (SP): Regionalização Cartográfica Aplicada ao Controle Preventivo Urbano e Rural*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 200p.

- SAVIGEAR, R. A.G. (1965) A Technique of Morphological Mapping. *Ann. of Am. Geographers*, v. 53, n^o.3, p. 514 - 588.
- SCHMIDT, V.; McDONALD, D.A.; PLATT, R.L. (1977) Pore geometry and reservoir aspects of secondary porosity in sandstones. *Bull. Canadian Petrol. Geol.*, v.25, p. 271-290.
- SELBY, M.J. (1993) *Hillslope Materials and Process*. Oxford University Press. Oxford. Second Edition. P. 203-218.
- SOARES, P.C. (1975) Divisão Estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, V.5, p.229-251.
- SUGUIO, K. (1998) *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1217 p.
- SUGUIO, K. & COIMBRA, A. M. (1976) Estudo Sedimentológico das “Bandas Onduladas” de Solos da Formação Bauru na Área Balisada pelas cidade de Osvaldo Cruz - Rancharia e Tupã - Estado de São Paulo. *Boletim IG - Instituto de Geociências USP*, v.7, p.27-38.
- TAN, K.H. (1992) *Principles of soil chemistry*. 2^a edição. Marcel Dekker. New York. 362 p.
- TEEUW, R.M.; THOMAS, M.F.; THORP, M.B. (1994) Regolith and Landscape Development in the Koidu Basin of Sierra Leone. In Robinson, A.D. & Williams, R.B.G. (eds.) *Rock Weathering and Landform Evolution*. John Wiley & Sons Ltd., p. 303-338.
- THOMAS, M.F. (1994) *Geomorphology in the Tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes*. Chichester, John Wiley & Sons. 460p.
- TOLEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, S.M.B.; MELFI, A.J. (2000) Intemperismo e Formação do Solo. In Teixeira, W.; Toledo, M.C.M.; Fairchild, T.R.; Taioli, F. (eds.) *Decifrando a Terra*. Oficina de Textos, p. 139-166.
- TRICART, J. (1968) As relações entre a morfogênese e a pedogênese. *Notícia Geomorfológica*, v.8, no. 15, p. 5-18.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP & DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA-DAEE (1982) *Mapa Geológico do Estado de São Paulo-Campinas*, Folha SF-23-Y-A. São Paulo.
- VITTI, G. C. (1987) Acidez do solo, calagem e gessagem. In FERNANDES, F. M. & NASCIMENTO, V. M. (orgs.) *Curso de atualização em fertilidade do solo*. Fundação Cargill. Ilha Solteira. p. 303 - 348.
- WRAY, R.A.L. (1997) A global review of solutional weathering forms on quartz sandstones. *Earth-Science Reviews*, v.42, p. 137-160.
- WU & SOARES (1974) Minerais Pesados nas Formações Pirambóia e Botucatu. *Anais XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Porto Alegre, v. 2, p.119-127
- WUTKE, A.C.P. (1972) Acidez. In MONIZ, A. C. (org.) *Elementos de Pedologia*. Ed. Polígono/EDUSP. São Paulo, p. 149-168

- WUTKE, A.C.P. & CAMARGO, O.A. (1972) Adsorção e troca iônica. In MONIZ, A. C. (org.) *Elementos de Pedologia*. Ed. Polígono/EDUSP. São Paulo, p. 126-147.
- WAYLAND, E. J. (1933) Peneplains and some other erosional platforms. *Annual Report and Bulletin*, Protectorate of Uganda Geological Survey, Department of Mines, Note 1, p. 77 - 79.
- WHIPKEY, R. Z. & KIRKBY, M.J. (1978) Flow Within the Soil. In KIRKBY, M.J. (ed). *Hillslope Hidrology*, John Wiley & Sons Ltd., p. 43-72.
- WILLIS (1936) *East African Plateaus and Rift Valleys - Studies in Comparative Seismology* Carnegie Inst. Washington, Publ. 470:358
- YOUNG (1972) *Slopes*. Edinburgh, Oliver & Boyd. Cap. XII, p.136 -160.
- ZAR, J.H. (1996) *Biostatistical analysis*. 3^a ed. Prentice Hall. p. 317-352.

VII - ANEXOS

ANEXO 1 - Valores de declividade do transecto Espraiado

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
1	1	0	-4,5	N10 ⁰ E	estrada principal
	2	1,495376001	-5		estrada principal
	3	2,989668048	0		estrada principal
	4	4,489668048	2,5		estrada principal
	5	5,98824038	1,5		estrada principal
	6	7,487726368	7		
2	7	8,976545595	3,5		
	8	10,47374779	2		
	9	11,97283403	2,5		
	10	13,47140637	1,5		porteira principal
	11	14,97089235	1,5		
	12	16,47037834	1,5		
3	13	17,96986433	3		
	14	19,46780863	3,5		
	15	20,96501083	2,5		
	16	22,46358316	4,5		cerca
	17	23,95895916	1,5		estr. da porteira
	18	25,45844515	2,5		
4	19	26,95701748	1,5		
	20	28,45650347	4		
	21	29,95284954	5		
	22	31,44714159	0,5		
	23	32,94708448	1,5		
	24	34,44657046	3		
5	25	35,94451476	4		
	26	37,44086084	3		
	27	38,93880514	2		
	28	40,43789138	1		
	29	41,93766293	3		
	30	43,43560723	2,5		
6	31	44,93417956	2		
	32	46,4332658	0,5		
	33	47,93320869	1,5		
	34	49,43269467	1		
	35	50,93246622	1		
	36	52,43223776	2		
7	37	53,931324	2,5		
	38	55,42989633	1		
	39	56,92966787	1		
	40	58,42943942	0,5		
	41	59,9293823	2		
	42	61,42846854	5		
8	43	62,92276059	3		
	44	64,42070489	2		
	45	65,91979113	3		
	46	67,41773543	0,5		
	47	68,91767832	-2		
	48	70,41676456	0,5		
9	49	71,91670744	4	N10 ⁰ E	
	50	73,41305352	4		
	51	74,90939959	1		

continua

1- Distância em metros a partir da primeira medida no transecto; valores corrigidos conforme exposto no Capítulo III - Procedimentos Metodológicos; 2- Valores em graus

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
	52	76,40917114	1		
	53	77,90894268	3		
	54	79,40688698	4		
10	55	80,90323306	0		
	56	82,40323306	0,5		
	57	83,90317594	1,5		
	58	85,40266193	2,5		
	59	86,90123426	2		
	60	88,4003205	2,5		
11	61	89,89889283	2,5		
	62	91,39746517	1,5		
	63	92,89695115	2,5		
	64	94,39552349	-0,5		
	65	95,89546637	-2		
	66	97,39455261	2,5		
12	67	98,89312494	3,5		
	68	100,3903271	1		
	69	101,8900987	2		
	70	103,3891849	1,5		
	71	104,8886709	2,5		
	72	106,3872432	2		
13	73	107,8863295	1		
	74	109,386101	1		
	75	110,8858726	-2,5		
	76	112,3844449	-0,5		
	77	113,8843878	-1		
	78	115,3841593	5		
14	79	116,8784514	8		
	80	118,3638535	4		
	81	119,8601996	2,5		
	82	121,3587719	3		
	83	122,8567162	-1		caminho
	84	124,3564877	1,5		caminho
15	85	125,8559737	5		caminho
	86	127,3502658	-1		caminho
	87	128,8500373	3		
	88	130,3479816	-0,5		
	89	131,8479245	2,5		
	90	133,3464968	-0,5		
16	91	134,8464397	4,5		
	92	136,3418157	5		
	93	137,8361078	4,5		
	94	139,3314838	2,5		
	95	140,8300561	8		
	96	142,3154582	-7		
17	97	143,8042774	-0,5		
	98	145,3042203	1		
	99	146,8039919	2,5		
	100	148,3025642	2		
	101	149,8016504	5		
	102	151,2959425	4		
18	103	152,7922885	5		
	104	154,2865806	9		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
	105	155,7681131	8,5		
	106	157,2516369	5,5		
	107	158,7447312	-1		
	108	160,2445027	4		
19	109	161,7408488	-1		
	110	163,2406204	6,5		
	111	164,7309781	3		
	112	166,2289224	3		
	113	167,7268667	1		
	114	169,2266383	2,5		
20	115	170,7252106	3	N10°E	
	116	172,2231549	2		
	117	173,7222412	3,5		
	118	175,2194434	3		
	119	176,7173877	3,5		
	120	178,2145899	2		
21	121	179,7136761	2,5		
	122	181,2122484	2		
	123	182,7113347	1,5		
	124	184,2108207	2		
	125	185,7099069	2		
	126	187,2089931	2		
22	127	188,7080794	2		
	128	190,2071656	1		
	129	191,7069372	1		
	130	193,2067087	1,5		
	131	194,7061947	3,5		
	132	196,2033969	4		
23	133	197,699743	4,5		
	134	199,195119	3,5		
	135	200,6923212	1,5		
	136	202,1918072	5		
	137	203,6860992	2		
	138	205,1851854	2,5		
24	139	206,6837578	3		
	140	208,1817021	-0,5		
	141	209,681645	4		
	142	211,177991	4,5		
	143	212,673367	3,5		
	144	214,1705692	5,5		
25	145	215,6636635	4,5		
	146	217,1590395	4,5		
	147	218,6544155	3		
	148	220,1523598	2,5		
	149	221,6509322	2		
	150	223,1500184	8,5		
26	151	224,6335422	2,5		caminho
	152	226,1321145	7,5		
	153	227,6192818	2		
	154	229,1183681	5		
	155	230,6126601	2,5		
	156	232,1112325	4		
27	157	233,6075785	3		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
	158	235,1055228	2,5		
	159	236,6040952	1,5		
	160	238,1035811	3		
	161	239,6015255	4		
	162	241,0978715	1		
28	163	242,5976431	3		
	164	244,0955874	3,5		
	165	245,5927896	3,5		
	166	247,0899918	2		
	167	248,589078	2,5		
	168	250,0876503	2,5		
29	169	251,5862227	2,5		
	170	253,084795	4,5		
	171	254,580171	3		
	172	256,0781153	2,5		
	173	257,5766876	1		
	174	259,0764592	2,5		
30	175	260,5750315	1		
	176	262,0748031	1,5		
	177	263,574289	1,5		
	178	265,073775	2		
	179	266,5728613	3		
	180	268,0708056	1,5		
31	181	269,5702916	1		
	182	271,0700631	3		
	183	272,5680074	3		
	184	274,0659517	1,5		
	185	275,5654377	2,5		
	186	277,06401	3		
32	187	278,5619543	3		
	188	280,0598986	5		
	189	281,5541907	4		
	190	283,0505368	2,5		
	191	284,5491091	1,5		
	192	286,0485951	2		
33	193	287,5476813	3,5		
	194	289,0448835	2		
	195	290,5439698	1,5		
	196	292,0434557	3,5		
	197	293,5406579	2,5		
	198	295,0392303	3,5		
34	199	296,5364325	3,5		
	200	298,0336347	3,5		
	201	299,5308369	3,5		
	202	301,0280391	-2		
	203	302,5271253	4		
	204	304,0234714	3,5		
35	205	308,5206736	2,5	N30°E	
	206	310,0192459	1,5		
	207	311,5187319	3		
	208	313,0166762	1		
	209	314,5164477	3		
	210	316,014392	0,5		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
36	211	317,5143349	0		
	212	319,0143349	4		
	213	320,510681	7		
	214	321,9995002	9		
	215	323,4810327	1		
	216	324,9808043	2		
37	217	326,4798905	5		
	218	327,9741826	3,5		
	219	329,4713848	7,5		
	220	330,9585521	5,5		
	221	332,4516464	3		
	222	333,9495907	2		
38	225	335,4486769	7		
	224	336,9374961	2		
	225	338,4365824	3		
	226	339,9345267	3		
	227	341,432471	3,5		
	228	342,9296732	7		
39	229	344,4184924	-2		
	230	345,9175786	1,5		
	231	347,4170646	5		
	232	348,9113567	5		
	233	350,4056487	0,5		
	234	351,9055916	3		
40	235	353,4035359	3		
	236	354,9014802	1		
	237	356,4012518	3		
	238	357,8991961	6		
	239	359,3909789	1		
	240	360,8907504	2,5		
41	241	362,3893228	2,5		
	242	363,8878951	-3		
	243	365,3858394	2		
	244	366,8849256	1		
	245	368,3846972	0,5		
	246	369,8846401	1,5		
42	247	371,3841261	1		
	248	372,8838976	4		
	249	374,3802437	2		
	250	375,8793299	0,5		
	251	377,3792728	3		
	252	378,8772171	3		
43	253	380,3751614	3		
	254	381,8731057	2		
	255	383,372192	3,5		
	256	384,8693942	-2,5		
	257	386,3679665	1,5		
	258	387,8674525	5		
44	259	389,3617445	2,5	N50 ⁰ E	
	260	390,8603168	3,5		
	261	392,357519	2		
	262	393,8566053	0		
	263	395,3566053	0,5		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
45	264	396,8565482	-1		MCV
	265	398,3563197	6		
	266	399,8481026	1		
	267	401,3478741	5		
	268	402,8421661	6		
	269	404,333949	8,5		
	270	405,8174728	7		
46	271	407,306292	4,5		
	272	408,801668	6		
	273	410,2934509	5		
	274	411,7877429	6		
	275	413,2795257	10		
	276	414,7567374	6		
47	277	416,2485202	4		
	278	417,7448663	0,5		
	279	419,2448092	4		
	280	420,7411553	11		
	281	422,213596	7		
	282	423,7024153	2		
48	283	425,2015015	4,5		
	284	426,6968775	8		
	285	428,1822796	8		
	286	429,6676817	8		
	287	431,1530838	5,5		
	288	432,6461781	6		
49	289	434,1379609	8		
	290	435,6233631	5,5		
	291	437,1164573	6		
	292	438,6082402	7,5		
	293	440,0954075	7,5		
	294	441,5825748	1,5		
50	295	443,0820608	6	N75 ⁰ E	
	296	444,5738436	6,5		
	297	446,0642014	5		
	298	447,5584934	5		
	299	449,0527855	5		
	300	450,5470775	3		
51	301	452,0450218	8,5		
	302	453,5285456	2,5		
	303	455,027118	10,5		
	304	456,5020003	8		
	305	457,9874024	7,5		
	306	459,4745697	5		
52	307	460,9688618	9		
	308	462,4503943	4,5		
	309	463,9457703	6		
	310	465,4375531	7		
	311	466,9263723	8		
	312	468,4117745	4		
53	313	469,9081205	4,5		
	314	471,4034965	5		
	315	472,8977886	7		
	316	474,3866078	7		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
	317	475,875427	7		
	318	477,3642463	3		
54	319	478,8621906	10		
	320	480,3394022	8		
	321	481,8248043	7		
	322	483,3136235	6		
	323	484,8054064	7,5		
	324	486,2925737	7		
55	325	487,7813929	6		
	326	489,2731757	6,5		
	327	490,7635335	10		
	328	492,2407451	7,5		
	329	493,7279124	7		
	330	495,2167317	6		
56	331	496,7085145	9		
	332	498,190047	6		
	333	499,6818299	7,5		
	334	501,1689971	8,5		
	335	502,6525209	6		
	336	504,1443038	8		
57	337	505,6297059	6		
	338	507,1214887	10		
	339	508,5987004	9		
	340	510,0802329	11		
	341	511,5526736	8		
	342	513,0380757	11		
58	343	514,5105165	9		
	344	515,992049	9		
	345	517,4735815	10		
	346	518,9507932	9		
	347	520,4323257	7,5		
	348	521,919493	10		
59	349	523,3967046	10	N57 ⁰ E	
	350	524,8739162	11		
	351	526,346357	8,5		
	352	527,8298808	10		
	353	529,3070924	10,5		
	354	530,7819748	12		
60	355	532,2491962	12,5		
	356	533,7136402	12		
	357	535,1808616	11,5		
	358	536,6507487	11,5		
	359	538,1206357	11		
	360	539,5930765	9		
61	361	541,074609	11		
	362	542,5470498	9		
	363	544,0285823	10		
	364	545,5057939	10,5		
	365	546,9806763	15		
	366	548,429565	11		
62	367	549,9020058	12		
	368	551,3692272	12		
	369	552,8364486	19		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
	370	554,2547265	11,5		
	371	555,7246135	14		
	372	557,1800571	15		
63	373	558,6289459	20		
	374	560,0384848	12		
	375	561,5057062	14,5		
	376	562,9579276	13		
	377	564,4194827	12		
	378	565,8867041	11		
64	379	567,3591449	14		
	380	568,8145885	17		
	381	570,2490456	14		
	382	571,7044892	18		
	383	573,131074	21		
	384	574,5314446	14		
65	385	575,9868882	15	N65 ⁰ E	
	386	577,435777	12,5		
	387	578,900221	24		RCV
	388	580,2705392	23		
	389	581,6512965	24		
	390	583,0216146	25		
66	391	584,3810763	33,5		
	392	585,6319051	30		
	393	586,9309432	52,5		
	394	587,8440853	25,5		
	395	589,1979632	51,5		
	396	590,1317352	22		
67	397	591,522511	41,5		
	398	592,6459445	44		
	399	593,7249542	28,5		RCC
	400	595,0431799	27		
	401	596,3796897	22		
	402	597,7704655	18		
68	403	599,1970503	12		
	404	600,6642717	13,5		
	405	602,1228265	9		
	406	603,6043591	15		
	407	605,0532478	12		
	408	606,5204692	20,5		
69	409	607,9254775	6		
	410	609,4172603	5		
	411	610,9115524	7		
	412	612,4003716	11		
	413	613,8728124	11,5		
	414	615,3426994	20		RCV
70	415	616,7522384	21,5	N40 ⁰ E	
	416	618,1478647	25,5		
	417	619,5017426	28		
	418	620,826164	30		
	419	622,1252021	47,5		
	420	623,1385874	27		
71	421	624,4750972	33		
	422	625,7331031	26		

continua

Valores de Declividade do Transecto Espreado (obtidos a partir do pantômetro)

ESTACA	PONTO	DISTÂNCIA ¹	DECLIVIDADE ²	AZIMUTE	OBS.
	423	627,0812941	37		
	424	628,2792474	34		
	425	629,5228038	44		
	426	630,6018135	40		
72	427	631,7508801	34		
	428	633,1316374	23		
	429	634,4681472	27		
	430	635,6816727	36		
	431	636,9741164	30,5		
	432	638,1720697	37		
73	433	639,3855952	36		
	434	640,4462554	45		
	435	641,4303439	49		
	436	642,61236	38		
	437	643,6353576	47		
	438	644,6583551	47		
74	439	645,6813527	47		
	440	646,7043502	47		
	441	647,8449591	47		
	442	649,1100463	40,5		
	443	650,4803645	32,5		
	444	651,8559546	24		
75	445	652,8979422	23,5		
	446	654,3533858	46		
	447	655,8513301	14		
	448	657,350816	-3		estrada
	449	658,8480182	-1,5		estrada
	450	660,3479611	3,5		estrada

ANEXO II - Descrição morfológica dos solos do transecto Espraiado

As descrições morfológicas dos solos (tradagens e trincheiras) realizadas em campo são expostas a seguir em ordem de ocorrência no transecto Espraiado, no sentido vertente abaixo. As descrições foram realizadas segundo as normas estabelecidas no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (LEMOS & SANTOS, 1996).

- **TRADAGEM P26**

Horizonte A - 0-50 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz e volumes mm a cm, bruno-escuros, enriquecidos em matéria orgânica; presença abundante de raízes; arenosa, não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE - 50-80 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, seco), com menor quantidade de grãos de areia lavada dispersos na matriz e raízes que o anterior; arenosa; pouco plástica e pouco pegajosa. Presença de volumes mm e raros avermelhados (banda).

Horizonte E com bandas - 80-450 cm: bandas: bruno-forte (7,5YR 4/6; 7,5YR 5/8, seco) até aproximadamente 400 cm e entre bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco) de 400 a 450 cm; areno-argilosa, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; Interbandas: bruno-claro (7,5YR 6/4, seco), com muitos volumes de areia lavada, arenosa, não plástica e não pegajosa.

Horizonte C-1 - 450-500 +: bruno-forte (7,5YR 5/8, seco), homogêneo; arenosa com ligeira presença de argila, pouco plástica e pouco pegajosa. Presença de volumes de alterita, mm a cm, violáceos a partir de 480 cm.

- **TRADAGEM P1**

Horizonte A - 0-40 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com volumes abundantes mm de areia lavada e volumes mm bruno-escuros de matéria orgânica; presença abundante de raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE - 40-100 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4 e 4/6, seco) e bruno-amarelado (10YR 5/6, seco), com volumes de areia lavada mm e mais raros do que no horizonte anterior; arenoso com ligeira presença de argila; não a pouco plástica e não a pouco pegajosa.

Horizonte E com bandas - 100-190 cm: bandas: bruno (7,5 YR 5/4, seco) e bruno-forte (7,5YR 5/6, seco), areno-argilosa, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (nítida no trado principalmente entre 160 e 190cm de profundidade); interbandas: bruno-claro (7,5YR 6/4, seco), com presença abundante de volumes de areia lavada, arenosa, não plástica e não pegajosa

Horizonte C-1 - 190-310 cm +: entre bruno-forte (7,5 YR 5/8) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/8); arenoso com ligeira presença de argila, pouco plástica e pouco pegajosa; presença de volumes de alterita, rosados, mm a cm, pouco abundantes, a partir de 290 cm.

- **TRADAGEM P17 (de controle)**

Horizonte A - 0-40 cm: bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmido), com volumes abundantes de areia lavada e presença abundante de raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE - 40-120 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4 e 3/6, úmido), com poucos volumes de areia lavada e de carvão e volumes bruno-amarelado-escuros (10 YR 3/4 e 3/6, úmido), verticalmente alongados, cm a dm, esparsos, a partir de 60 cm (antigas raízes?); arenosa, não plástica e não pegajosa;.

Horizonte E com bandas - 120-240 cm: bandas: arenosa mas com maior presença de argila que a interbanda; pouco plástica e pouco pegajosa; interbandas: bruno-forte (7,5 YR 4/6 e 5/8, úmido), com volumes dm de areia lavada; arenosa com maior presença de argila em profundidade; não a pouco plástica (em profundidade) e não a pouco pegajosa (em profundidade).

Horizonte C-1 – 240-340 cm +: vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido), com alguns volumes verticalmente alongados bruno-fortes (7,5 YR 4/6) cm a dm, entre 290 e 320 cm (antigas raízes?); arenosa com ligeira presença de argila, não plástica e não pegajosa; presença de volumes de alterita violáceos, mm, esparsos e pouco abundantes juntamente com volumes que parecem ser de areia lavada, a partir de 320 cm.

- **TRADAGEM P18 (de controle)**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, úmido), com muita areia lavada dispersa na matriz e presença abundante de raízes; arenoso; não plástico e não pegajoso.

Horizonte AE – 40-110 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4 e 4/6, úmido), com menor presença de areia lavada do que no horizonte anterior; arenosa; não plástica e não pegajosa; presença de bandas bruno-fortes (7,5 YR 4/6, úmido), cm, raras, a partir de 90 cm.

Horizonte E com bandas – 110-180 cm: presença de bandas (informações incompletas).

Horizonte C-1 – 180-300 cm +: bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); arenosa, não plástica e não pegajosa; presença de volumes de alterita violáceos, mm a cm, a partir de 290 cm.

- **TRADAGEM P2**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno (10YR 5/3, seco) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco), com presença abundante de areia lavada; muitas raízes; arenosa; não plástico e não pegajoso.

Horizonte AE – 40-100 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); arenosa; não plástica e não pegajosa; vestígios de bandas, em volumes brunos (7,5YR 5/4, seco), mm, esparsos e raros, a partir de 90 cm.

Horizonte E com bandas – 100-200 cm: bandas: bruno-forte (7,5YR 4/6, seco) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco), areno-argilosa a arenosa com ligeira presença de argila, não a pouco plástica e não a pouca pegajosa; interbandas: bruno-claro (7,5YR 6/4, seco) e bruno-forte (7,5YR 5/6, seco), arenosa, não plástico e não pegajoso (OBS: os volumes interbandas ficam mais nítidos em profundidade, pois os volumes de areia lavada deixam de ser dispersos e passam a ser contíguos).

Horizonte C-1 – 200-300 cm +: entre bruno-forte (7,5 YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8); arenosa; não plástico e não pegajoso (OBS: homogêneo, com alguns volumes de areia lavada no topo do horizonte).

- **TRADAGEM P5**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno (10YR 4/3, seco) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco), com grande quantidade de grãos de areia lavada esparsos na matriz; presença abundante de raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE – 40-70 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4 e 4/6, seco), menor quantidade de grãos de areia lavada em relação ao horizonte 1; pequena presença de raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa; presença de bandas avermelhadas, mm, raras e esparsas, a partir de 60 cm.

Horizonte E com bandas – 70-170 cm: bandas: bruno-forte (7,5YR 4/6, seco) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco), arenosa com ligeira presença de argila, não a pouco plástica e não a pouco pegajosa; Interbandas: bruno (7,5YR 5/4, seco), arenosa, não plástica e não pegajosa.

Horizonte C-1 – 170-320 cm: entre bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco), com volumes bruno-escuros enriquecidos em matéria-orgânica; arenosa com ligeira presença de argila, não plástica e não pegajosa; presença de volumes de banda pouco contrastados até 190 cm.

- **TRINCHEIRA Tr3 (TRADAGEM P6)**

Horizonte A – 0-20 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com presença abundante de grãos de areia lavada e de volumes arredondados bruno-escuros (enriquecidos em matéria-orgânica); muitas raízes; arenosa; fraca, granular; macia, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular fina (<1 a 1mm), intergrãos de areia e cavidades de mesofauna (minhoca, formiga e aranhas); transição gradual e ondulada.

Horizonte AE – 20-68 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco), com volumes de areia lavada brunos muito-claros-acinzentados (10YR 7/4, seco); muitas raízes pivotantes; arenosa; maciça com tendência a poliédrica subangular; ligeiramente dura, friável a firme, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular (0,5 a 2 mm); presença de pedotúbulos e câmaras preenchidas, transição abrupta e ondulada (com uma banda ondulada).

Horizonte E com bandas – 68-215 cm: bandas (total de 20): bruno-forte (7,5YR 4/6, seco) até a 10^a banda (130 cm) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco) até a 20^a; presença de muitas raízes; areno-argilosa; moderada a forte, tendendo a fraca após a 10^o banda, poliédrica subangular; dura até a 10^o banda e ligeiramente dura até a 20^o, friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; espessura de 0,5 a 4,5 cm, topografia ondulada; porosidade tubular mm; limite superior mais nítido que o inferior, mas a partir da 10^o, os limites entre a banda e interbanda ficam cada vez mais difusos. Em alguns locais há dentilhamentos e interpenetrações com o material interbanda e, a partir da 6^a, há coalescência de bandas isolando volumes lenticulares de interbandas; ocorrem ainda pequenos volumes interbandas no interior das bandas. Interbandas: bruno (7,5YR 5/4, seco) até entre a 10^a e 11^a

banda e bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) após a 11^a banda; menor quantidade de raízes do que na banda; arenosa; maciça; solta a macia, solta a muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm.

Horizonte C-1 – 215-400 cm¹: entre bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco), arenosa com ligeira presença de argila; não plástica e não pegajosa; presença de volumes mm a dm do arenito concrecionário, vermelho-escuros (10R 3/6) (concreções ferruginosas), a partir de 400 cm, semelhante à camada encontrada no afloramento Porto 2; presença ainda de volumes mm violáceos e esbranquiçados em meio a um material ligeiramente mais argiloso e coloração pouco mais escurecida do que a matriz de solo descrita.

• **TRADAGEM P4**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno (10YR 4/3, seco) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz e volumes brunos, mm, enriquecidos de matéria orgânica; muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE – 40-80 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4); presença menos abundante de raízes em relação ao horizonte anterior; oscilações entre arenosa e arenosa com ligeira presença de argila (talvez indicando presença de bandas); não plástica e não pegajosa.

Horizonte E com bandas (?) – 80-190 cm: bruno-forte (7,5YR 4/6 e 7,5YR 5/6, seco); com algumas raízes; arenosa com ligeira presença de argila; não plástica e não pegajosa (não foi possível observar banda no trado, mas é possível que ela esteja nesta profundidade pois há aqui maior presença de argila).

Horizonte C-1 – 190-310 cm+: entre bruno-forte (7,5 YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco); arenosa (com pequeno aumento de argila em profundidade); não plástica e não pegajosa.

• **TRADAGEM P3**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno (10YR 5/3, seco) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz e volumes brunos, mm; arenosa; não plástico e não pegajoso.

Horizonte AE – 40-80 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco) e bruno (7,5 YR 4/4, seco), arenosa; não plástica e pouco pegajosa,; vestígios de banda a partir de 50 cm.

Horizonte E com bandas (?) – 80-190 cm: bruno-forte (7,5YR 4/6 e 5/6, seco) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco), com presença de carvão a 100 cm; oscilação entre arenosa e arenosa com ligeira presença de argila; não a ligeiramente plástica e não a ligeiramente pegajosa (não foi possível observar banda no trado, mas é possível que ela esteja nesta profundidade pois há aqui maior presença de argila).

¹ Tradagem no Fundo da Trincheira TR3.

Horizonte C-1 – 190-320 cm+: entre bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco); arenoso; não plástico e não pegajoso; presença de volumes de alterita, violáceos, mm, a partir de 310 cm.

- **TRINCHEIRA Tr2**

Horizonte A - 0-25 cm: bruno (10YR 5/3, seco), presença de grãos de areia lavada; muitas raízes fasciculadas; arenosa, granular, com alguns blocos subangulares fracos que se desfazem em granular; ligeiramente dura; muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm a cm ligada à atividade biológica (raízes); transição clara e ondulada.

Horizonte AE - 25-45 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco), com presença de carvão cm; menor quantidade de raízes que o horizonte anterior; arenosa; maciça; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm, menos abundante que o horizonte anterior; transição abrupta e ondulada (para a 1ª banda do horizonte 3).

Horizonte E com bandas - 45-210 cm: bandas (12 identificadas na trincheira): bruno-forte (7,5YR 4/6 YR, seco) da 1ª a 9ª banda e bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) da 10ª a 12ª banda; arenosa com ligeira presença de argila a areno-argilosa (maior quantidade de argila em profundidade); poliédrica subangular; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular < que 1 mm; 1 a 10 cm de espessura (gradativamente mais espessas em profundidade); limites superiores mais nítidos e menos dentilhados que os inferiores; há muitas coalescências de bandas a partir de 67 cm de profundidade. Interbandas: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco) da 1ª a 10ª interbanda e bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) na 11ª e 12ª interbanda; arenosa até a 9ª interbanda e areno-argilosa da 10ª para baixo (apesar de possuírem menor quantidade de argila que as bandas); maciça; macia, muito friável a friável, não a ligeiramente plástica e não a ligeiramente pegajosa; porosidade tubular mm; 2 a 13 cm de espessura (gradativamente menos espessas em profundidade).

Horizonte C-1 - Horizonte Bt (transição)- 210-285 cm²: entre bruno-forte (7,5YR 5/8, seco) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco); arenosa com maior presença de argila; ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; presença de 1 volume de alterita, violáceo, mm, a 240 cm.

- **TRADAGEM P23 (controle para verificação do limite entre horizontes 5 e 4a - não há descrição)**

Horizonte A - 0-40 cm (por interpolação)

Horizonte AE - 40-70 cm (por interpolação)

Horizonte E com bandas - 70-150 cm

Horizonte Bt - 150-200 cm

Horizonte C-1 - 200 cm+

² Tradagem no Fundo da Trincheira TR2

- **TRADAGEM P16 (de controle)**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido), com muita areia lavada; presença abundante de raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE – 40-90 cm: bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte E com bandas – 90-210 cm: bruno-forte (7,5YR 4/6 e 5/6, úmido); oscilação entre arenosa e arenosa com ligeira presença de argila; não plástica e não pegajosa; presença de 1 volume de banda a 100 cm de profundidade.

Horizonte Bt – 210-230 cm: vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); areno-argilosa; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Horizonte C-1 – 230-270 cm+: Vermelho-Amarelado (5YR 5/8, úmido); arenoso; não plástico e não pegajoso.

- **TRINCHEIRA Tr4 (TRADAGEM P8)**

Horizonte A – 0-21 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com muita areia lavada dispersa na matriz; arenosa; fraca, pouco nítida, granular; macia, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular fina (<1 a 1 mm), intergrãos de areia e cavidades de mesofauna (minhoca, formiga, aranhas); transição gradual e ondulada.

Horizonte AE – 21-37 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); arenosa com ligeira presença de argila, maciça com tendência poliédrica; macia, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular (3mm) predominante; transição abrupta e ondulada (banda do horizonte 3. OBS.: Há manchas descontínuas semelhantes a banda, próximas ao contato com esta).

Horizonte E com bandas – 37-55 cm: bandas (total de 2): bruno-amarelado-escuro; arenoso com ligeira presença de argila; fraca a moderada poliédrica subangular; dura, friável, pouco plástica e pouco pegajosa; porosidade tubular predominante; espessura de 2 cm cada, limites inferiores e superiores em geral difusos. Interbandas: assemelha-se ao horizonte 2.

Horizonte Bt – 55-110 cm: bruno-forte (7,5YR 4/6, seco); areno-argiloso; poliédrica subangular, muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade mais desenvolvida que nos horizontes anteriores, tubular (3 a 5 mm); presença de pedotúbulos preenchidos com material ligeiramente mais escuro; transição gradual e ondulada.

Horizonte C-1 – 110-260 cm³: bruno-forte (7,5YR 5/8, seco); presença abundante de raízes (direção vertical); arenosa com ligeira presença de argila; maciça; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm. Camada de seixos (até 2 cm) a 240 cm e volumes de alterita vermelho-amarelados (5YR 7/6, seco) e vermelhos (2,5 YR 5/8, seco), friáveis, a partir de 240 cm.

³ Tradagem no Fundo da Trincheira TR4 a partir de 240 cm.

- **TRADAGEM P10 (de controle)**

Horizonte A – 0-30 cm: bruno (10YR 4/3, úmido), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz; presença abundante de raízes; arenosa com ligeiro aumento de argila em profundidade; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE – 30-50 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); arenosa com ligeira presença de argila a partir de 30 cm.

Horizonte E com bandas (?)– 50-60 cm: presença de bandas, informações incompletas.

Horizonte Bt – 60-90 cm: bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); areno-argilosa; plástica e pegajosa.

Horizonte C-1 – 90-240 cm: amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, úmido); arenosa (com pouco mais de argila no limite com o horizonte 5); não plástica e não pegajosa; volumes de alterita, violáceos, mm, a partir de 220 cm.

- **TRADAGEM P9**

Horizonte A – 0-30 cm: bruno (10YR 4/3, seco), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz; presença abundante de raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE – 30-60 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); arenosa com ligeira presença de argila; pouco plástica e pouco pegajosa (talvez já há presença de banda).

Horizonte E com bandas (?) – 60-80 cm: entre bruno-amarelado (10YR 5/4, seco) bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); arenosa com ligeira presença de argila; pouco plástico e pouco pegajoso (não foi possível observar banda no trado, mas é possível que ela esteja nesta profundidade pois há aqui maior presença de argila).

Horizonte Bt – 80-110 cm: bruno (7,5YR 5/4, seco) e bruno-amarelado (10YR 5/8, seco), com presença de carvão vegetal; areno-argilosa; plástica, pegajosa.

Horizonte C-1 – 110-175 cm: amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, seco); arenosa (com ligeiro aumento de argila nas proximidades do horizonte Bt); não plástica e não pegajosa.

- **TRADAGEM P7**

Horizonte A – 0-40 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz; presença abundante de raízes; arenosa; não plástico e não pegajosa.

Horizonte AE – 40-60 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); arenosa com ligeira presença de argila; não a pouco plástica e não a pouco pegajosa.

Horizonte E com bandas – 60-70 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); arenosa com presença de argila; pouco plástica e pouco pegajosa (pouco sedoso).(não foi possível observar banda no trado, mas é possível que ela esteja nesta profundidade pois há aqui maior presença de argila).

Horizonte Bt – 70-120 cm: entre bruno (7,5YR 5/4, seco) e bruno-amarelado (10YR 5/8, seco); areno-argilosa; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Horizonte C-2 – 120-160 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita envoltos por solo. Solo: bruno-amarelado (10YR 5/8, seco); arenosa; não a pouco plástica e não a pouco pegajosa; Alterita, vermelho-escuros (2,5YR 4/8) e vermelhos (2,5YR 5/8, seco); areno-argilo-siltosos; plásticos e pegajosos.

Horizonte C-3 – 160 cm +: volumes de alterita idem aos do horizonte C-2, mas predominando em todo o trado.

- **TRADAGEM P20**

Horizonte A - 0-30 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com muitos grãos de areia lavada dispersos na matriz; muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE - 30-45 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco), com menor quantidade de grãos de areia lavada que o horizonte anterior; arenosa; não plástica e não pegajosa. Presença de volumes cm, de cor bruno-amarelo-escuro (10YR 3/4, seco) a partir de 30 cm.

Horizonte E com bandas - 45-60 cm: bandas: avermelhadas (não foi possível ver a cor); arenosa com presença de argila; pouco plástica e pouco pegajosa; interbandas: bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte Bt - 60-115 cm: bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco) de 60 a 80 cm e bruno-amarelado (10YR 5/6, seco) de 80 a 115 cm; areno-argilosa; plástica e pegajosa. Presença de volumes de alterita mm a cm, raros a abundantes, de cor violácea e amarela clara, a partir de 60 cm. (Este horizonte parece uma espécie de transição entre o 5 e o 4a, principalmente pela cor e textura).

Horizonte C-2 - 115-130 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita envoltos por solo. Solo: bruno-amarelado (10YR 5/6, seco), areno-argilo-siltosa; ligeiramente plástica e pouco pegajosa; Alterita: volumes vermelhos (2YR 5/8, seco), cm a dm. (OBS.: pela textura este horizonte parece uma espécie de início do 6, mas não tão caracterizado).

Horizonte C-3 - 130 cm +: predomina a alterita, de cor principalmente vermelha (2YR 5/8, seco).

- **TRINCHEIRA Tr5**

Horizonte A – 0-20 cm: bruno (10YR 5/3, seco- nitidamente mais claro que os anteriores, a montante), com presença abundante de volumes mm a cm de areia lavada e alguns carvões; grande quantidade de raízes fasciculadas; arenosa; fraca granular, ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm abundante; transição clara e ondulada.

Horizonte AE – 20-44 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); grande quantidade de raízes fasciculadas; arenosa; maciça; macia, friável; não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm abundante; transição abrupta e ondulada.

Horizonte E com bandas – 44-61 cm: bandas: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); grande quantidade de raízes; arenosa com ligeira presença de argila; maciça com tendência à blocos subangulares fracos; dura, friável, pouco plástica e pouco pegajosa; porosidade tubular fina (<1 a 1 mm) ; os limites inferior e superior são ondulados e bem nítidos (mas nas outras paredes da trincheira há bandas com limite

superior mais nítidos que o limite inferior), com contrastes moderados de cor; há pequenos volumes de areia lavada em seu interior, principalmente junto às raízes (as quais a atravessam verticalmente). Observou-se elos unindo uma das bandas ao horizonte areno-argiloso situado abaixo (5). Interbandas: bruno-amarelado-claro (10YR 6/4); grande quantidade de raízes; arenosa; maciça com tendência a poliédrica fraca; macia, solta a muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular (1 a 3 mm); volumes de alterita, vermelhos, raros, cm, a partir de 50 cm; transição clara e ondulada.

Horizonte Bt – 61-77 cm: entre bruno-amarelado (10YR 5/4, seco) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4); grande quantidade de raízes (verticais e paralelas entre si); areno-argilosa; fraca poliédrica subangular; dura, friável, plástica e pegajosa; porosidade tubular (<1 a 1 mm); presença de hidromorfia: tonalidades avermelhadas, acinzentadas e amareladas; volumes de alterita vermelhos/violáceos, mm a cm; transição clara e ondulada.

Horizonte C-2 – 77-110 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita envoltos por solo. Solo: bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); areno-argilo-siltoso (com maior presença de argila que o horizonte anterior); fraca poliédrica subangular; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular (< 1 a 3 mm). Alterita: blocos de arenito vermelho (2,5YR 5/8, seco), com bordas alaranjadas e esbranquiçadas, orientado, grosso modo, no sentido vertical; no interior destes blocos há volumes circulares preenchidos por solo e envoltos por uma auréola branca; as raízes estão predominantemente na direção vertical; porosidade tubular (<1 a 3 mm); transição clara e ondulada.

Horizonte C-3 – 110-185 cm: rede com volumes grandes de arenito e pequena presença de solo. Solo: bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); areno-argilosa; maciça; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular (<1 a 3 mm). Alterita: vermelho-escuro (2,5YR 4/8, seco) e bruno-muito-claro (10YR 8/3); restante idem ao horizonte anterior.

- **TRINCHEIRA Tr8**

Horizonte A - 0-15 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com presença abundante de grãos de areia lavada dispersos na matriz; muitas raízes fasciculadas; arenosa; granular fraca; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm comum; presença de raros volumes mm ligeiramente mais argilosos; transição clara e ondulada.

Horizonte AE - 15-26 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); presença de menor quantidade de raízes fasciculadas que o anterior; arenosa; maciça; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm comum; transição clara e ondulada (com a 1ª banda do horizonte 3).

Horizonte E com bandas - 26-61,5 cm: Banda (total de 2): bruno-amarelado (10YR 5/4, seco), com sinais de hidromorfia (pontos avermelhados e alaranjados); presença comum de raízes; arenosa com ligeira presença de argila; maciça com subestrutura poliédrica subangular; dura, friável; pouco plástica e pouco pegajosa; porosidade tubular < que 1mm; limites superiores menos dentilhados e menos contrastados que os inferiores; na lateral da trincheira observou-se nitidamente um elo ligando uma banda ao horizonte 5. Interbandas: entre bruno-amarelado (10YR 5/4, seco) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco), com sinais de hidromorfia (pontos amarelados e alaranjados); pequena presença de raízes; arenosa; maciça; macia; muito friável; não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm;

presença de volumes com maior presença de argila, arredondados, cm a dm, nas proximidades e semelhantes ao horizonte inferior (5); volumes arredondados de alterita a partir de 30 cm, avermelhados, mm a cm; transição abrupta e ondulada.

Horizonte Bt - 61-70 cm: bruno (10YR 5/3, seco), com sinais de hidromorfia (pequenas manchas alaranjadas pequenas); poucas raízes; areno-argilosa, poliédrica subangular pequena; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; porosidade tubular mm rara; transição abrupta e ondulada.

Horizonte C-2 - 70-75 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita envoltos por solo. Solo: bruno (10YR, 5/3 seco), com mosqueamento (pontos amarelados e alaranjados); poucas raízes; areno-argilo-siltosa; maciça; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular mm. Alterita: concreção ferruginosa vermelha-escura (7,5YR 3/6 e 2,5YR 4/6, seco), em volumes de 2 a 10 cm.

Horizonte C-3 - 75 – 85 cm+: domínio das concreções ferruginosas vermelha-escuras (2,5YR 4/6, seco), homogêneas.

- **TRADAGEM P25 (controle para verificação da presença de bandas)**

Horizonte E com bandas - 30-50 cm: presença de bandas avermelhadas, mm, abundantes.

- **TRADAGEM P11**

Horizonte A – 0-20 cm: entre bruno (10YR 5,3, seco) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco), com muitos grãos de areia lavada; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte AE/E com bandas (?) – 20-40 cm: bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); arenosa com ligeira presença de argila; pouco plástico e pouco pegajoso (talvez haja bandas a partir de 30 cm); volumes de alterita vermelhos e esbranquiçados, a partir de 20 cm.

Horizonte Bt – 40-60 cm: bruno (10YR 5/3, seco); areno-argilosa; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; volumes de alterita vermelhos, mm, a partir de 45 cm.

Horizonte C-2 – 60-80 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 5/3, seco); areno-argiloso; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. Alterita: arenito vermelho (2,5YR 5/8, seco), com pontos amarelados.

- **TRINCHEIRA Tr7 (P24)**

Horizonte A - 0-6 cm: entre bruno (10YR 4/3, seco) e bruno-acinzentado (10YR 5/3, seco), com presença abundante de grãos e volumes cm de areia lavada; muitas raízes; arenosa; granular fraca; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular mm abundante; transição abrupta e ondulada.

Horizonte ABi – 6-15 cm: bruno (10YR 5/3, seco); arenosa com maior presença de argila que o AE; pouco plástica e pouco pegajosa; volume de alterita avermelhado, mm, a 30 cm.

Horizonte Bi -15-40 cm: bruno (7,5YR 4/4, seco); presença de algumas raízes; areno-argilosa; poliédrica angular a subangular; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente

pegajosa; porosidade tubular mm comum; no topo do horizonte há uma camada acinzentada com pontos vermelhos que parecem ser sinais de hidromorfia; presença comum de volumes vermelhos, arredondados, mm, de alterita; transição gradual e ondulada.

Horizonte C-2 - 40-75 cm +: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 5/3, seco); intensa atividade biológica; presença comum de raízes; areno-argilo-siltosa; poliédrica subangular fraca; dura, firme, ligeiramente plástica e pouco pegajosa, porosidade tubular, mm, comum, com presença de pedotúbulo (9 cm) preenchido com material aparentemente microagregado. Alterita: blocos de arenito vermelho (2,5YR 5/8, seco), com bordas alaranjadas e esbranquiçadas, orientado, grosso modo, no sentido vertical; no interior destes blocos há volumes circulares preenchidos por solo e envoltos por uma auréola branca; as raízes estão predominantemente na direção vertical; porosidade tubular (<1 a 3 mm).

- **TRADAGEM P12**

Horizonte A – 0-30 cm: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco), com grande presença de grãos de areia lavada; muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa; volumes de alterita avermelhados, esparsos e mm, a partir de 10 cm.

Horizonte ABi – 30-50 cm: bruno (10YR 5/3, seco); arenosa (mas com maior presença de argila que o presente vertente acima); pouco plástica e pouco pegajosa; volume de alterita avermelhado, mm, a 30 cm.

Horizonte Bi – 50-60 cm: bruno (10YR 4/3, seco); areno-argilosa; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; volumes de alterita avermelhados, a partir de 55 cm.

Horizonte C-2 – 60-80 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 4/3, seco); areno-argilosa; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. Alterita: arenito vermelho (2,5YR 5/8, seco).

- **TRINCHEIRA Tr1 (Pb1)**

Horizonte A – 0-15 cm: bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); muitos grãos de areia lavada dispersa na matriz; raízes fasciculadas abundantes; arenosa; fraca granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular; transição clara e ondulada.

Horizonte ABi – 15-40 cm: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); arenosa com ligeira presença de argila; maciça; solta a macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular associada às raízes; transição clara e plana.

Horizonte Bi – 40-60 cm: bruno (10YR 4/3, seco); areno-argilosa; pequena a média poliédrica subangular, que se desfaz em blocos menores; ligeiramente dura; friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular associada às raízes; transição gradual e ondulada.

Horizonte C-2 – 60-75 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 4/3, seco); areno-argilosa; pequena a média poliédrica subangular; ligeiramente dura; friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular associada às raízes. Alterita: blocos de arenito vermelhos (2,5YR 5/8, seco), amarelo-avermelhados (5YR 6/8, seco) e rosados

(7,5YR 7/4, seco) (na Tr6 há apenas cores amareladas e alaranjadas); a direção predominante destes blocos não parece ser tão vertical quanto na Tr6, mas em alguns trechos os blocos se dispõem horizontalmente em meio à rede de alteração.

Horizonte C-3 - 75 – 85 cm+: predomina o arenito descrito no Horizonte C-2.

- **TRINCHEIRA Tr 6** (semelhante a P14)

Horizonte A – 0-17 cm: cinza-escuro (10YR 4/1, seco), com muitos grãos de areia lavada principalmente nas faces estruturais e nos poros tubulares; presença abundante de raízes fasciculadas e muita atividade biológica (cupins e formigas); arenosa; fraca poliédrica com subestrutura granular; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; porosidade tubular (0,5 a 1 mm) transagregada; câmaras de 5 a 7 cm (principalmente de formigas e cupins); volumes de alterita, cm, esbranquiçado; transição gradual e ondulada.

Horizonte ABi – 17-60 cm: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco), ainda com grãos de areia lavada ao longo das raízes indicando circulação vertical da água; as raízes são ainda abundantes, muito finas e dispostas verticalmente (não em cabeleira); arenosa com ligeira presença de argila; fraca pouco desenvolvida poliédrica que se desfaz em blocos menores até 30 cm de profundidade e maciça de 30 a 60 cm de profundidade; macia, muito friável, não a pouco plástica e não a pouco pegajosa; porosidade tubular fina (<1 a 3 mm); alguns sinais de hidromorfia: sutil coloração mais avermelhada de 15 a 30 cm; volumes de nódulo ferruginoso (1 cm), duro e sem córtex vermelho em seu interior; transição interdigitada, não sendo possível ver topografia e nitidez.

Horizonte Bi – 60-80 cm: bruno (10YR 4/3, seco), com presença de carvões; areno-argilosa; maciça com tendência a poliédrica subangular fraca; ligeiramente dura, friável, ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; porosidade tubular fina; volumes de alterita cm, com coloração amarelo-alaranjado, com orientação da rocha; transição gradual e ondulada.

Horizonte C-2 – 80-135 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 4/3, seco); areno-argiloso (com mais argila que o anterior); maciça com tendência a poliédrica subangular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; porosidade tubular. Alterita: arenito amarelado e alaranjado.

Horizonte C-3 – 135 – 145 cm +: arenito amarelado e alaranjado, com algumas fissuras preenchidas por solo (com características semelhantes às do horizonte 6); nas adjacências das fissuras há uma auréola esbranquiçada, que passa gradualmente a amarelada em direção ao arenito mais preservado; nestas fissuras ainda raízes distribuídas verticalmente.

- **TRADAGEM P13**

Horizonte A – 0-40 cm: cinza-escuro (10YR 4/1, seco), com muitos grãos de areia lavada; muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte ABi – 30-40 cm: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); arenosa com ligeira presença de argila; pouco plástica e pouco pegajosa; volume de arenito alaranjado e esbranquiçado.

Horizonte C-2 – 40-50 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); areno-argilosa (com menos argila que o restante da rede a montante); ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. Alterita: volumes de arenito alaranjados e esbranquiçados.

- **TRADAGEM P21**

Horizonte A - 0-20 cm: cinza-escuro (10YR 4/1, seco), com muitos grãos e volumes mm de areia lavada e alguns carvões (cerca de 1 cm); muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte C-2 - 20-60 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 4/3, seco), areno-argilosa (porém, com menos argila que o horizonte 6 a montante), ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; Alterita: volumes alaranjados ou lâminas esbranquiçadas intercaladas com lâminas brunas.

- **TRADAGEM P22**

Horizonte A - 0-10 cm: cinza-escuro (10YR 4/1, seco), com muitos grãos e volumes mm de areia lavada e alguns carvões (cerca de 1 cm); muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte C-2 - 10-40 cm: rede com volumes grandes e preservados de alterita e solo. Solo: bruno (10YR 4/3, seco), areno-argilosa (com menor quantidade de argila que a montante), pouco plástica e pouco pegajosa; Alterita: volumes cm a dm de arenito branco (5Y 8/1) e amarelo (10YR 7/8) a partir de 5 cm.

Horizonte C-3 - 40 – 50 cm+: domínio do arenito branco (5Y 8/1) e amarelo (10YR 7/8), com alguns volumes estreitos e alongados de solo.

- **TRADAGEM P15**

Horizonte A - 0-5 cm: cinza-escuro (10YR 4/1, seco), com muitos grãos e volumes mm de areia lavada e alguns carvões (cerca de 1 cm); muitas raízes; arenosa; não plástica e não pegajosa.

Horizonte C-2 – 0-15 cm: Solo: bruno (10YR 5/3, seco; mais claro que o Horizonte C-2 de P13); arenosa a areno-argilosa; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. Alterita: a partir de 5 cm.

Horizonte C-3 - 15 – 20 cm+: domínio do arenito branco (5Y 8/1) e amarelo (10YR 7/8), com alguns volumes estreitos e alongados de solo.