

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS**

**DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO
ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO – NOVA
ESPERANÇA - PR**

**MESTRANDA: MARCIA REGINA CALEGARI
ORIENTADOR: PROF. DR. JOËL PELLERIN**



0.319.811-2

UFSC-BU

Florianópolis, fevereiro de 2000

(BU)

SC-00046520-9

15258E
AUTORIZAÇÃO PARA EMISSÃO
DEBIDO POR _____

17 MAR. 2000

REGISTRO 0.319.811-2
DATA DO REGISTRO 17.5.2000

BU/DPT
0.319.811-2

CETD
UFSC
PGCN
Q 138
EX. 2

MARCIA REGINA CALEGARI

**DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO
ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO – NOVA
ESPERANÇA - PR**

**Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de
Mestre, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de
Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
Orientador : Prof. Dr. Joël Pellerin**

Florianópolis, fevereiro de 2000

**"Distribuição da cobertura pedológica e o relevo no
Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco – Nova
Esperança - PR".**

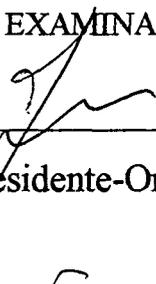
Marcia Regina Calegari

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.



Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia

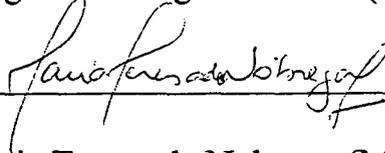
APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 17/02/2000



Dr. Joel Pellerin (Presidente-Orientador-UFSC)



Dr.ª Angela da Veiga Beltrame (Membro-UFSC)



Dr.ª Maria Teresa de Nobrega (Membro-UEM)

Florianópolis - 2000

*A meus pais,
Aparecida Guerra e João Calegari,
verdadeiros mestres*

*" Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar perigos e abismos deu
Mas foi nele que espelhou o céu"
Fernando Pessoa*

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa só pôde ser realizada graças ao apoio e à colaboração de amigos, colegas e algumas instituições, com os quais tive imenso prazer e o privilégio de conviver.

Neste sentido, gostaria de expressar aqui, a minha gratidão, consciente de que este **muito obrigada** é pouco para dimensioná-la.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Joël Pellerin, pela permanente e atenciosa orientação, compartilhando todas as etapas desta pesquisa. Pelo exemplo como pesquisador e principalmente pela confiança e apoio: mais que um orientador, mostrou-se um amigo e um verdadeiro mestre, transmitindo-me novos conhecimentos, segurança e total liberdade para expressar minhas idéias e dúvidas.

À Professora. Dr^a Maria Teresa de Nóbrega, pela contribuição, confiança, incentivo e principalmente pela amizade construída no convívio durante a graduação. Pelas horas de conversas informal, em que pude adquirir grande parte dos conhecimentos aqui aplicados. Exemplo de pesquisadora, que muito admiro.

Ao Professor. M.S. Paulo Nakashima pela confiança e pelo apoio, dando-me a oportunidade de integrar o Grupo do Projeto de Mapeamento Geotécnico do Noroeste, que me proporcionou os primeiros contatos com a pesquisa científica e com a *análise estrutural*, e o privilégio de trabalhar com profissionais competentes e alegres.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro em forma de bolsa, no decorrer do curso.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por seus Coordenadores da Pós-Graduação em Geografia Professora. Dr^a. Leila Christine Dias (1998/1999) e Professor Dr. Luiz Fernando Sheibe (1999/2.000), pelo apoio técnico e financeiro.

À Universidade Estadual de Maringá através dos professores e funcionários do Departamento de Geografia, pela atenção e acesso aos laboratórios. À Técnica de Laboratório Ivaldete Barreto Gôngora, pelo auxílio na realização das análises físicas no Laboratório de Pedologia e Sedimentologia.

Ao Professor Luiz Antônio Paulino e ao Técnico José Henrique Vilela, pela abertura e acompanhamento no Laboratório de Geoprocessamento (UFSC), pelas noções básicas de Geoprocessamento transmitidas sempre com muita propriedade, coerência e calma. Calma essa que, em muitos momentos, serviram de exemplo e acalento, quando tudo parecia ir mal. E ainda pela ajuda na obtenção de dados e documentos.

Aos amigos José Edésio da Cunha e Luiz Carlos Azevedo, pela constante e bem humorada ajuda nos trabalhos de campo, tornando-os mais leves e alegres, além das discussões e sugestões no decorrer da pesquisa.

À SEMA – Secretaria Meio Ambiente do Estado do Paraná, pela restituição aerofotogramétrica.

Ao Projeto de Mapeamento do Noroeste do Estado do Paraná, convênio DGE/UEM/SUCEAM - FAMEPAR, por seus coordenadores Maria Teresa de Nóbrega, Nelson Gasparetto e Paulo Nakashima, pela oportunidade de integração ao grupo, pelo apoio técnico e financeiro nos trabalhos de campo e laboratório e, principalmente, pelas amizades e companheirismo construídos ao longo das atividades.

À Professora M.S. Marta L. Souza e aos meus irmãos Angela Maria e Sidinei Calegari pela prestimosa contribuição nos trabalhos de levantamento de campo com GPS.

Ao Prof. Dr. Roberto Cruz Lessa pelo levantamento topográfico com Estação Total.

À KANEBO SILK do Brasil – S/A e a Fazenda São Nicolau, por seu Agrônomo Wander R.O. Matos e pelo Administrador Sr. Antonio F. da Silva, respectivamente, que permitiram os estudos em suas propriedades e apoiaram as atividades de campo.

À Prefeitura Municipal de Nova Esperança, através do Chefe de Gabinete Sr. Adenilson de Souza, pelo apoio aos trabalhos de campo, fornecendo pessoal para abertura de trincheiras.

À Cristina Otsuchi, pela mão estendida no início do mestrado e principalmente pela amizade e respeito adquiridos ao longo destes dois anos de convívio.

Aos professores Angela Beltrame, Maria Teresa de Nóbrega e Marcelo A. T. de Oliveira, pelas sugestões no exame de qualificação.

À Marli Terezinha Costa, eficiente secretária da Pós-Graduação, que sempre atendeu competentemente as solicitações.

Aos colegas do curso, pelo convívio nem sempre pacífico, mas que jamais serão esquecidos.

À colega de curso, vizinha e “espirituosa” amiga Maria de Jesus Moraes, pelas contribuições, discussões e leituras dos capítulos desta dissertação, e pelas horas dedicadas ao “*no stress*”.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta pesquisa.

E finalmente aos meus pais, irmãos e familiares pelo apoio incondicional. Pela compreensão e incentivo. E principalmente pelo carinho e cumplicidade na tentativa de minimizar a saudade e a distância, que sempre foram muito grandes.

Enfim, a todos vocês

MUITO OBRIGADA !

SUMÁRIO

LISTA FIGURAS	ix
LISTA DE FOTO	x
LISTA DE MAPAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xi
RESUMO	xii
RESUMÉ	xiii
INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO I: QUADRO GEOGRÁFICO	03
I.1- Pressupostos Básicos	03
I.2 – A Fragilidade do Meio Físico diante a Ocupação (Problemática)	05
I.3 – O Meio Físico da Região Noroeste do Paraná	10
I.3.1 – Localização da Área	10
I.3.2 – Caracterização do Meio Físico	12
CAPÍTULO II: BASE CONCEITUAL E METODOLÓGICA	24
II.1 – Análise Estrutural da Cobertura Pedológica	24
II.2 – Os principais Processos Erosivos Envolvidos no Balanço Morfogênese/Pedogênese da Área de Estudo	31
CAPÍTULO III: ANÁLISE ESTRUTURAL DA COBERTURA PEDOLÓGICA NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO	36
III.1- Organização Bidimensional do Interflúvio	37
Topossequência 1 (São Felipe)	42
A) Setorização Morfopedológica	42
B) Organização Bidimensional	44
C) Análise dos Resultados Analíticos	51
Topossequência 2	55
Topossequência 3	56
Topossequência 4	58
Topossequência 5	61
Topossequência 6	64
Topossequência 7	66
Topossequência 8	69
Topossequência 9	71
Topossequência 10	74

III.2 – A Organização Tridimensional do Interflúvio	75
---	----

CAPÍTULO IV: A ORGANIZAÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO	79
--	-----------

IV.1 – Modelo de Distribuição dos Sistemas Pedológicos no Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco	79
I – Latossolo – Areia Quartzosa	80
II – Latossolo – Solo Podzólico – Latossolo	81
III - Latossolo – Solo Podzólico – Solos Rasos	83
IV - Latossolo – Solo Podzólico – Areia Quartzosa – Solo Hidromórfico	83
V - Solo Podzólico – Solos Rasos	85
III.2 – Modelo Hipotético de Evolução Morfopedológica	88
Estágio I	89
Estágio II	89
Estágio III	89
Estágio IV	90
Estágio V	90

CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	97
---------------------	-----------

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

1- Setorização do Interflúvio – Bloco Diagrama do Alto Vale do Ribeirão	
Água do São Francisco	41
2 – Topossequência 1 (São Felipe)	43
3 – Topossequência 2	55
4 – Topossequência 3	57
5 – Topossequência 4	59
6 – Topossequência 5	62
7 – Topossequência 6	65
8 – Topossequência 7	67
9 – Topossequência 8	70
10 – Topossequência 9	73
11 - Topossequência 10	74
12 – Perfil Topográfico - Distribuição das Zonas de Risco	87
13 – Modelo de Evolução Morfopedológica no Alto Vale do Ribeirão	
Água do São Francisco – Nova Esperança (PR)	91

LISTA DE FOTOS

1 – Queda d'água	14
2- Arenito Formação Caiuá completamente alterado e hidromorfizado, exposto pelo pisoteio do gado	64
3 – Ravina provocada a partir do pisoteio do gado	80
4 – Ravina instalada em trilha de gado abandonada	81
5 – Ravina instalada no segmento de média vertente, em solo podzólico	83

LISTA DE MAPAS

1 – Localização Geográfica da Área de Estudo	11
2 – Mapa Hipsométrico	16
3 – Mapa Morfopedológico	19
4 – Mapa do uso do Solo e Localização das Topossequências	23
5 – Mapa de Isodiferenciação	76
6 – Mapa de Zonas de Risco	82

LISTA DE QUADROS

1 – Zonas de Risco do Município de Nova Esperança – PR	09
2 - Distribuição Morfopedológica dos Sistemas Pedológicos no Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco – Nova Esperança –PR	40
3 - Síntese das Característica Morfológicas dos Solos da Topossequência 1 (São Felipe) – Nova Esperança –PR	45
4 - Características Granulométricas da Topossequência 1 (São Felipe) – Nova Esperança –PR	48
5 - Características de Densidades dos solos Topossequência 1 (São Felipe) – Nova Esperança –PR	49
6 – Correlação entre os Estágios de Evolução e os Sistemas Pedológicos	89

LISTA DE GRÁFICOS

1- Distribuição da Precipitação Anual – 1985 a 1998 - Nova Esperança (PR)	15
2 – Distribuição granulométrica vertical – Topossequência 1 (São Felipe)	52

RESUMO

Este trabalho versa sobre a distribuição da cobertura pedológica e o modelado no alto vale do Ribeirão Água do São Francisco (Nova Esperança), no interior da Região Noroeste do Paraná.

Esta região apresenta sérios problemas de degradação e desequilíbrio ambiental desencadeados, em parte, pelo processo de ocupação que promoveu um desmatamento generalizado, expondo sua cobertura pedológica formada a partir dos arenitos da Formação Caiuá, naturalmente suscetível à erosão.

Os estudos realizados basearam-se nos procedimentos descritos em Boulet et. al. (1982,a,b,c), conhecidos como *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*, juntamente com técnicas de laboratório e geoprocessamento. Foram levantadas dez (10) toposseqüências cujos resultados foram apresentados, analisados e interpretados na busca do entendimento das complexidades da evolução morfopedológica da área.

Foram identificados cinco (5) sistemas pedológicos, todos indicando sinais de desequilíbrio, isto é, sob influência do sistema de transformação do tipo e-iluvial.

A partir da análise de tais sistemas e da morfologia das vertentes foram estabelecidas correlações, nas quais se constata que esses sistemas pedológicos representam *cinco (5) estágios* diferentes da evolução morfopedológica da área. Isto indica perfeita relação entre distribuição e organização da cobertura pedológica e o modelado.

Pode-se constatar também que:

- os latossolos constituem a cobertura inicial, formada a partir da alteração direta do arenito e recobria toda a vertente;
- o sistema de transformação e-iluvial identificado comprova a hipótese de desequilíbrio morfopedológico;
- o solo podzólico em posição de topo corresponde ao estágio mais avançado da evolução do sistema de transformação;
- os segmentos de jusante e média vertente constituem os setores mais frágeis/instáveis, onde a morfogênese tem atuado mais intensamente, através de movimentos de massa, sulcos, ravinas e voçorocas, favorecida pela situação/posição e dinâmica da cobertura pedológica

RÉSUMÉ

Le sujet de recherche porte sur la distribution de la couverture pédologique et le relief dans la haute vallée du Riberão Água de São Francisco, commune de Nova Esperança, intérieur de la Région Nord-Ouest de l'Etat du Parana.

Cette région présente de sérieux problèmes de dégradation et de déséquilibre du milieu ambiant liés en partie au modèle d'occupation du sol qui incitait à un déboisement total, laissant à nu une couverture pédologique formée à partir des grès de la Formation Caiuá naturellement sensible à l'érosion.

Les études réalisées prennent pour base la méthodologie proposée par Boulet et al. (1982 a,b,c) connue comme *Analyse Structurale de la Couverture Pédologique*, associée à des techniques de laboratoire et de systèmes d'information géographique. Furent faites dix (10) toposéquences dont les résultats sont présentés, analysés et interprétés en vue de comprendre la complexité de l'évolution morphopédologique de la zone d'étude.

Furent identifiés cinq (5) systèmes pédologiques, tous donnant signal de déséquilibre, et cela, sous l'influence d'un système de transformation de type e-illuvial.

A partir de l'analyse de ces systèmes et de la morphologie des versants, furent établies des corrélations où il est possible de constater que les systèmes identifiés représentent **cinq (5) stades** différents de l'évolution pédologique de la région, témoins d'une parfaite relation entre distribution des sols et relief.

Il est ainsi possible de constater que:

- les latossols constituent la couverture initiale formée sur la totalité des versants à partir de l'altération directe du grès;
- le système de transformation e-illuvial identifié prouve l'hypothèse du déséquilibre morphopédologique;
- le sol avec horizon BT en position sommitale correspond au stade le plus avancé de l'évolution du système de transformation;
- les sections d'aval et de mi-versant constituent les secteurs les plus fragiles et instables, où une intense morphogénèse se manifeste sous la forme de mouvements de masses et ravinements d'amplitudes diverses, respectivement favorisés par la position topographique et la dynamique pédologique.

CALEGARI, Marcia Regina. **Distribuição da Cobertura Pedológica e o Relevo no Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco – Nova Esperança – PR.** Florianópolis, 2000. P. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Curso de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Joël Pellerin

Defesa: 17/02/2000

Este trabalho versa sobre a distribuição da cobertura pedológica e o modelado no alto vale do Ribeirão Água do São Francisco (Nova Esperança), no interior da Região Noroeste do Paraná. Esta região apresenta sérios problemas de degradação e desequilíbrio ambiental desencadeados, em parte, pelo processo de ocupação que promoveu um desmatamento generalizado, expondo sua cobertura pedológica formada a partir dos arenitos da Formação Caiuá, naturalmente suscetível à erosão. Os estudos realizados basearam-se nos procedimentos descritos em Boulet et. al. (1982,a,b,c), conhecidos como *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*, juntamente com técnicas de laboratório e geoprocessamento. Foram levantadas dez (10) toposseqüências cujos resultados foram apresentados, analisados e interpretados na busca do entendimento das complexidades da evolução morfopedológica da área. Foram identificados cinco (5) sistemas pedológicos, todos indicando sinais de desequilíbrio, isto é, sob influência do sistema de transformação do tipo e-iluvial. A partir da análise de tais sistemas e da morfologia das vertentes foram estabelecidas correlações, nas quais se constata que esses sistemas pedológicos representam **cinco (5) estágios** diferentes da evolução morfopedológica da área. Isto indica perfeita relação entre a distribuição e organização da cobertura pedológica e o modelado. Pode-se constatar também que: - os latossolos constituem a cobertura inicial, formada a partir da alteração direta do arenito e recobria toda a vertente;- o sistema de transformação e-iluvial identificado comprova a hipótese de desequilíbrio morfopedológico;- o solo podzólico em posição de topo corresponde ao estágio mais avançado da evolução do sistema de transformação;- os segmentos de jusante e média vertente constituem os setores mais frágeis/instáveis, onde a morfogênese tem atuado mais intensamente, através de movimentos de massa, sulcos, ravinas e voçorocas, favorecida pela situação/posição e dinâmica da cobertura pedológica

Palavras-chave: cobertura pedológica; análise estrutural; sistema de transformação e-iluvial

INTRODUÇÃO

A fragilidade natural da cobertura pedológica do noroeste do estado do Paraná, proveniente do arenito Caiuá, juntamente com as mudanças físicas e químicas impostas pelo uso e manejo, na maioria das vezes incorreto, são os maiores responsáveis pelo empobrecimento dos solos e conseqüentemente da problemática erosiva da região.

Segundo Nóbrega et al. (1992), a ampliação dos fenômenos erosivos, a cada novo período chuvoso, revela um quadro erosivo preocupante. Dessa preocupação surgiu o **Projeto Mapeamento Geotécnico e Zonas de Risco da Região Noroeste**, realizado em cinco (5) município alvos, sendo **Nova Esperança** um deles. Este projeto visava orientar o uso e ocupação dos solos, fornecendo subsídios ao planejamento rural e urbano. Culminou com a confecção de Cartas de Zonas de Risco, segundo os princípios da Cartografia ZERMOS – Zonas de Risco de Movimentos de Solo (Antoine,1977; Humbert,197; Porcher & Guillope, 1979).

A presente pesquisa parte dos resultados desse Projeto, apresentados em escala regional, que indicaram a cobertura pedológica como sede dos principais fenômenos erosivos, considerados de risco, devido as suas características, distribuição e organização na paisagem.

Assim, considerando a hipótese de que a instabilidade geomorfológica, especificamente no município de Nova Esperança, estaria relacionada à situação e dinâmica dos materiais de superfície na paisagem, torna clara a necessidade de estudos mais detalhados, levantando a seguinte questão: qual a relação entre a distribuição e organização da cobertura pedológica e a morfologia do relevo no município de Nova Esperança?

Para esclarecer tal questão, foram adotados os procedimentos da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Boulet, et al., 1982, a, b, c) associados a técnicas laboratoriais e a cartografia digital, viabilizaram a obtenção de resultados e documentos precisos, os quais são apresentados ao longo do texto, a saber:

- Capítulo I : quadro geográfico
- Capítulo II: base conceitual e metodológica da pesquisa;
- Capítulo III: análise estrutural da cobertura pedológica

- Capítulo IV: a organização da cobertura pedológica e o relevo.
- e finalmente as considerações finais.

CAPÍTULO I: QUADRO GEOGRÁFICO

1.1 – Pressupostos Básicos

Para melhor compreensão da problemática da presente pesquisa é necessário trazer à tona alguns fatos e características do processo de ocupação da região na qual se insere o município de Nova Esperança.

Nova Esperança, bem como grande parte dos demais municípios que compõem as Regiões Norte e Noroeste do Estado do Paraná, foi colonizada pela **Companhia de Terras Norte do Paraná - CTNP**. Nessas regiões, outrora recobertas pela Floresta Tropical, aplicou-se um projeto imobiliário para posterior venda de terras para cultivo que, segundo Brasil (1977), seguiu os seguintes princípios:

- construção de um eixo rodoviário para escoar a produção da região;
- criação, ao longo desse eixo, de núcleos de colonização a cada 100 km (grandes centros prestadores de serviços, quase sempre localizados nos grandes interflúvios regionais) e pequenos patrimônios a cada 15 km (centros de abastecimento da população rural).

Na zona rural a estratégia aplicada visava à divisão e venda de lotes segundo um módulo ajustado à produtividade do solo e à cultura cafeeira. E em média não superiores a 34 hectares, os lotes foram demarcados de modo a incluir uma parte de baixada, contígua a um curso d'água e uma parte de espigão, com frente para estrada de rodagem (Brasil, 1977:16).

O surgimento de *Nova Esperança* dá-se na década de 1940, nesse contexto de colonização e venda de terras. O sucesso do projeto colonizador da companhia inglesa (CTNP), considerado como a mais bem-sucedida experiência de colonização do Brasil, em muito se deveu ao desenvolvimento da cultura cafeeira pós-década de 30.

Fortalecida pelos lucros auferidos com a atividade cafeeira, a partir de 1948 a companhia intensificou a abertura de vias nos assentamentos populacionais, preparando-se para as duas décadas seguintes, quando a região se tornaria a mais importante frente de expansão agrícola do país, para onde se deslocaram crescentes massas populacionais, fluxo de migrantes que chegavam de todas as partes do país e também de fora, atraídos pela riqueza do café (BRASIL, 1977).

A estratégia de ocupação rural atrelada à cafeeicultura promoveu rápido desenvolvimento da Região Noroeste, setor de ocorrência da Formação Caiuá no Estado do Paraná. Nesse setor, segundo Muratori (1997: 134), ocorreu “um dos maiores reverses ecológicos brasileiros a partir da década de 40”, através de um desmatamento generalizado da Floresta Tropical ali encontrada, substituindo-a por cafezais que passaram a ocupar todos os compartimentos do relevo. O desmatamento atingiu até as matas que protegiam as cabeceiras e nascentes dos córregos.

Com o desmatamento, a cobertura pedológica (solo) foi exposta e suas propriedades físicas foram ignoradas, pois imaginava-se tratar dos mesmos solos férteis e argilosos (Terra Roxa) predominantes na Região Norte do Estado. Assim, a Região Noroeste sofreu o mesmo desmatamento generalizado e irracional da região Norte, porém tratava-se de solos mais arenosos e bem menos férteis, formados a partir de rochas areníticas da Formação Caiuá.

Com a cafeeicultura ocupando as vertentes com maior comprimento, perpendicular ao declive do terreno (devido à estratégia de loteamento) e o uso permanente do solo, logo surgiram problemas de degradação e erosão (Kronen, 1990), denunciando quão frágil é a cobertura pedológica derivada da Formação Caiuá.

Com a perda da fertilidade natural, alguns anos após o desmatamento inúmeros problemas de ordem natural e social foram deflagrados. Por volta dos anos 70, a cafeeicultura, base da economia local e regional, entrou em decadência e foi rapidamente substituída pelas pastagens, promovendo intenso processo de êxodo rural. As cidades passaram a receber um contingente populacional que colocou em cheque a estrutura urbana existente. É na década de 70 que se constata a aceleração dos processos erosivos na zona rural (lineares e movimentos de massa), devido à tentativa de introdução de culturas temporárias (Kronen, 1990), e em segundo momento pelo intenso pisoteio do gado nas áreas de pastagem.

O desenvolvimento das feições erosivas está relacionado ao aspecto potencial da dinâmica da paisagem, que no caso foi acelerada pela antropização. É neste sentido que se constrói a problemática da presente pesquisa, abordada a seguir.

1.2 – A fragilidade do meio físico diante a ocupação (Problemática)

O desmatamento irracional e o uso indiscriminado do solo, durante o processo de ocupação da Região Noroeste, ignorou as propriedades dos solos que compõem a cobertura pedológica formada a partir da Formação Caiuá. Tais solos possuem, em sua maioria, textura arenosa, baixa fertilidade e produtividade, são friáveis e altamente suscetíveis aos processos erosivos quando comparados aos demais solos do Estado, principalmente quando desprovidos de cobertura vegetal (Muratori, 1997).

Em Nova Esperança, assim como em grande parte da área de ocorrência da Formação Caiuá, as conseqüências desse reverse ecológico (Muratori, 1997) também tenderam a aparecer. O desmatamento associado ao clima da região e ao tipo e uso do solo em pouco tempo intensificou o escoamento superficial e a formação de imensas ravinas, voçoroca e intensos movimentos de massa (Maack, 1981). Além da erosão hídrica, em Nova Esperança este autor constatou também o desenvolvimento da erosão eólica, através de tempestades de poeira e o visível acúmulo de material arenoso nas “covas de café”. Assim como a erosão hídrica, a eólica também tem sua gênese ligada ao desmatamento e as características da cobertura pedológica.

Tais características tornam visíveis a fragilidade dessa cobertura. Isto resulta numa preocupação constante, pois a cada período chuvoso os fenômenos já instalados se ampliam e novos focos surgem, podendo rapidamente ampliar-se atingindo proporções desastrosas, conforme constatadas pelo **Projeto Mapeamento Geotécnico e Zonas de Risco do Noroeste do Paraná**¹. Na zona urbana, tal situação causa “desconforto” na população que vê suas propriedades e segurança ameaçadas, além de elevar os gastos do poder público com o reparo da infra-estrutura urbana danificada por processos de ravinamento e voçorocamento. Esses processos são ‘agressivos’ e de difícil contenção. Diferenciam-se por características e mecanismos ligados à ação das águas superficiais e subsuperficiais (Salomão, 1994).

A origem desses processos erosivos está bastante ligada à concentração do escoamento superficial, que passou a ocorrer naturalmente após a retirada da cobertura vegetal, em

¹ Projeto de **Mapeamento Geotécnico do Noroeste do Paraná (1988-1996)** realizado pelo Dpto. de Geografia (DGE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) em parceria com a SUCEAM- Superintendência do Controle da Erosão e Saneamento Ambiental, atual SUDERSHA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Foram eleitos 5 municípios “alvos”, no Noroeste do Paraná, onde se realizou o estudo detalhado. São eles: Umuarama, Cianorte, Paranavaí, Cidade Gaúcha e Nova Esperança.

cicatrizes de movimentos de massas, ou em trilhas formadas pelo pisoteio do gado depois da introdução das pastagens. Nem sempre o processo é percebido, pois em alguns casos a grama alta mascara sua evolução.

No desenvolvimento de tais processos, grandes quantidades de materiais são mobilizadas e redistribuídas ao longo das vertentes, podendo resultar na formação de depósitos coluviais em áreas deprimidas (vales em berço e cabeceiras de drenagem), ou no assoreamento de canais de drenagem quando estes não possuem competência hidráulica para evacuar os materiais que ali se depositam (DAEEP/IPT, 1989), podendo causar problemas de abastecimento e poluição das águas.

Segundo Ruellan (1984-85), os movimentos de massa possuem grande capacidade de degradação das camadas superficiais dos solos, pois interferem na transformação e na evolução da cobertura pedológica, por meio de transferências de materiais sólidos, líquidos e biológicos em sentido lateral e vertical ao longo da vertente. Na área em estudo, esses processos são os principais responsáveis pela instabilidade das vertentes, desencadeando fenômenos erosivos mais agressivos que, sem medidas de contenção, podem causar a falência de algumas propriedades. Se instalam na periferia de incisões erosivas de grande porte e, mais freqüentemente, no terço inferior das vertentes, próximos às rupturas de declive; onde o lençol está mais próximo da superfície, e os solos são menos espessos (Gasparetto *et al.*, 1995 – inédito).

Segundo estes autores, a cobertura pedológica da região revela-se como sede dos principais fenômenos erosivos considerados de risco devido a suas características, distribuição e organização na paisagem. Portanto, conhecer sua organização e distribuição torna-se necessário para buscar formas de controlar os processos erosivos, bem como viabilizar a promoção das pequenas e médias propriedades da região.

Da preocupação com o quadro erosivo da região, visando orientar o uso e ocupação do solo, fornecendo subsídios ao planejamento urbano e rural, em 1988 iniciou-se o **Projeto Mapeamento Geotécnico e Zonas de Risco do Noroeste do Paraná**. As informações foram obtidas através de pesquisa de mapeamento geotécnico em cinco (5) municípios (Umuarama, Cianorte, Paranavaí, Cidade Gaúcha e Nova Esperança) selecionados conforme a compartimentação morfopedológica da região.

O projeto culminou com a confecção de *Carta de Zonas de Risco*, baseada no princípio da Cartografia ZERMOS - Zonas de Risco de Movimentos de Solo- (Antoine,1977; Humbert,1977; Porcher & Guillope, 1979). Nessas cartas estão "...expressas as zonas de riscos à erosão e movimentos de solo, as características físicas dos materiais, traduzidas em termos de espessura, textura, limite d'Atterberg e a profundidade do aquífero" (Gasparetto *et al.*,1995 – inédito:01) para cada município alvo.

Na definição e hierarquização das zonas considerou-se o grau de comprometimento da estabilidade das áreas, baseando-se nas características topomorfológicas, natureza dos solos, presença de fenômenos erosivos e o grau de vulnerabilidade ao desencadeamento desses fenômenos. Em Nova Esperança foram definidas quatro zonas: *Zona de instabilidade declarada; de instabilidade potencial; de estabilidade precária; zonas estáveis* (Quadro 1).

A *zona de estabilidade precária – cabeceiras de drenagem e vales em berço*, criada como subclasse da *zona de estabilidade precária*, visa destacar a maior vulnerabilidade desses setores em relação ao seu entorno. São mais suscetíveis à instalação de ravina e voçorocas, porque a concentração do escoamento ocorre naturalmente, favorecida pela morfologia do terreno e pela associação com solos de forte variação textural (Podzólicos) alterando substancialmente a circulação hídrica e a permeabilidade em subsuperfície. Nessas áreas os solos são mais arenosos, ocorrendo, às vezes, manchas de Areia Quartzosa e/ou colúvios.

Paralela as pesquisas geotécnicas, que possuíam caráter e escala mais geral/regional, foram desenvolvidos alguns estudos de detalhe, através de pesquisas de iniciação científica realizadas nos municípios alvo. São eles: Cunha (1991) no município de Umuarama, Martins (1994), Specian et al. (1996) e Barczyszczyn et al. (1996) em Cidade Gaúcha; e Calegari et al. (1997 a, b) em Nova Esperança. Tais estudos proporcionaram informações mais detalhadas acerca da distribuição e organização da cobertura pedológica, bem como da dinâmica dos processos erosivos da região, atribuindo maior precisão e credibilidade ao mapeamento geotécnico.

Os frutos desse projeto abriram campo a pesquisas específicas em nível de mestrado: Cunha (1996) em Umuarama; Martins (em andamento) em Cidade Gaúcha; e doutorado: Gasparetto (1999) em Cianorte, Cunha (em andamento) em Cidade Gaúcha e Nakashima (no prelo) em toda a Região Noroeste. Este último, realizado em escala regional, analisa os compartimentos morfopedológicos definidos pelo Mapeamento Geotécnico, utilizando todos

os levantamentos detalhados da cobertura pedológica apresentados pelos autores acima citados. Todos estes trabalhos basearam-se nos procedimentos descritos em Boulet *et al.*, (1982 a,b,c) conhecidos como “*Análise Estrutural da cobertura pedológica*”.

Com a conclusão do projeto de Mapeamento restava então verificar, em escala de detalhe, os limites das *zonas* estabelecidos na carta de risco, bem como a organização e distribuição da cobertura pedológica e suas relações com o relevo no município de Nova Esperança. É neste sentido que se estrutura a presente pesquisa.

Baseada nos resultados do citado projeto e pesquisas anteriores (Calegari, et al., 1997 a, b), parte-se da hipótese *que a instabilidade do ponto de vista geomorfológico da região está relacionada a situação e dinâmica dos materiais de superfície na paisagem. Paisagem esta bastante alterada/desequilibrada a partir do processo de ocupação.*

É necessário, pois, buscar respostas quanto *a distribuição e organização dos sistemas pedológicos (materiais de superfície), para entender em que nível se encontram as relações entre a dinâmica do solo e a dinâmica do relevo que se refletem na complexidade dos processos erosivos envolvidos na evolução morfogenética da região*, principal objetivo desta pesquisa.

O desconhecimento de tal complexidade destaca-se como forte justificativa à presente pesquisa, pois somente através de estudos detalhados se poderá chegar a tais respostas e ao entendimento da dinâmica do relevo no contexto regional. Para isso adotou-se a *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica* (Boulet *et al.*, 1982 a,b,c), visando ao reconhecimento da organização bi e tridimensional da cobertura pedológica, bem como sua relação com o relevo.

Para o conhecimento da complexidade dos processos que fazem, ou poderão vir a fazer, parte da dinâmica da paisagem, comprometendo o equilíbrio das vertentes e causar outros tipos de problemas quanto ao uso, é necessário analisar as condições do meio físico regional (abordada no próximo tópico), pois o Noroeste do Paraná, em especial a área de estudo no município de Nova Esperança, comporta-se como espaço singular no que se refere a processos pedo e morfogenéticos, destacando-se pela diversidade de sistemas pedológica, intensidade e variedade de processos erosivos.

Quadrol: As Zonas de Risco do município de Nova Esperança (PR) conforme Projeto Mapeamento Geotécnico e Zonas de Risco do Noroeste do Paraná

CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS DE RISCOS PROBLEMAS ESPERADOS	SOLOS
<p>- Zonas de instabilidade declarada: áreas afetadas por ravinas e voçorocas; deslizamentos ativos; solifluxão evidente; áreas com afloramento de lençol frático; desbarrancamento de margens de ribeirões e córregos; várzeas e fundos de vales sujeitos a assoreamento.</p> <p>Esta zona corresponde, em geral aos nichos de nascentes, setores de baixa vertente e fundos de vales</p>	<p>- Solos indiscriminados, principalmente Areias Quartzosas, Solos Hidromórficos, Solos Rasos e Coluviais</p>
<p>- Zona de instabilidade potencial: áreas com indícios de deslizamentos e abatimentos; áreas periféricas às voçorocas (que serão afetadas pelo processo de erosão remontante e de alargamento); setores de vertentes com declividades fortes; cabeceiras com solos Solos Hidromórficos (lençol próximo à superfície); área sujeitas a concentração de água em superfície, a coluvionamento, a abatimentos de partes dos solos por efeitos de 'piping' e erosão remontante das nascentes.</p> <p>Esta zona corresponde, em geral, as áreas próximas aos nichos de nascentes e setores de baixa vertente onde ocorrem, preferencialmente, as Areias Quartzosa.</p>	<p>- Solos indiscriminados, principalmente Areias Quartzosas, Solos Hidromórficos e Associações PV/LE</p>
<p>- Zona de estabilidade precária: áreas periféricas a zonas de instabilidade potencial que podem ser afetadas pelos processos remontantes desencadeados nessa (deslizamentos e abatimentos); áreas de colos; zonas de média e alta vertente</p> <p>- Zona de estabilidade precária: cabeceiras de drenagem e vales em berço: cabeceiras de drenagem e vales em berço amplos e longos. São áreas onde a concentração de águas superficiais pode gerar ravinas e voçorocas. São mais problemáticas nas áreas periurbans do que nas áreas rurais</p>	<p>- Podzólico Vermelho Amarelo, Associação PV/LE</p>
<p>- Zona estável: corresponde as áreas de topo dos interflúvios e setores de alta vertente com declividades fracas.</p>	<p>- Latossolo Vermelho Escuro</p>

Fonte: Gasparetto, et al. (1995:25 – inédito)

1.3- O meio físico da Região Noroeste do Paraná

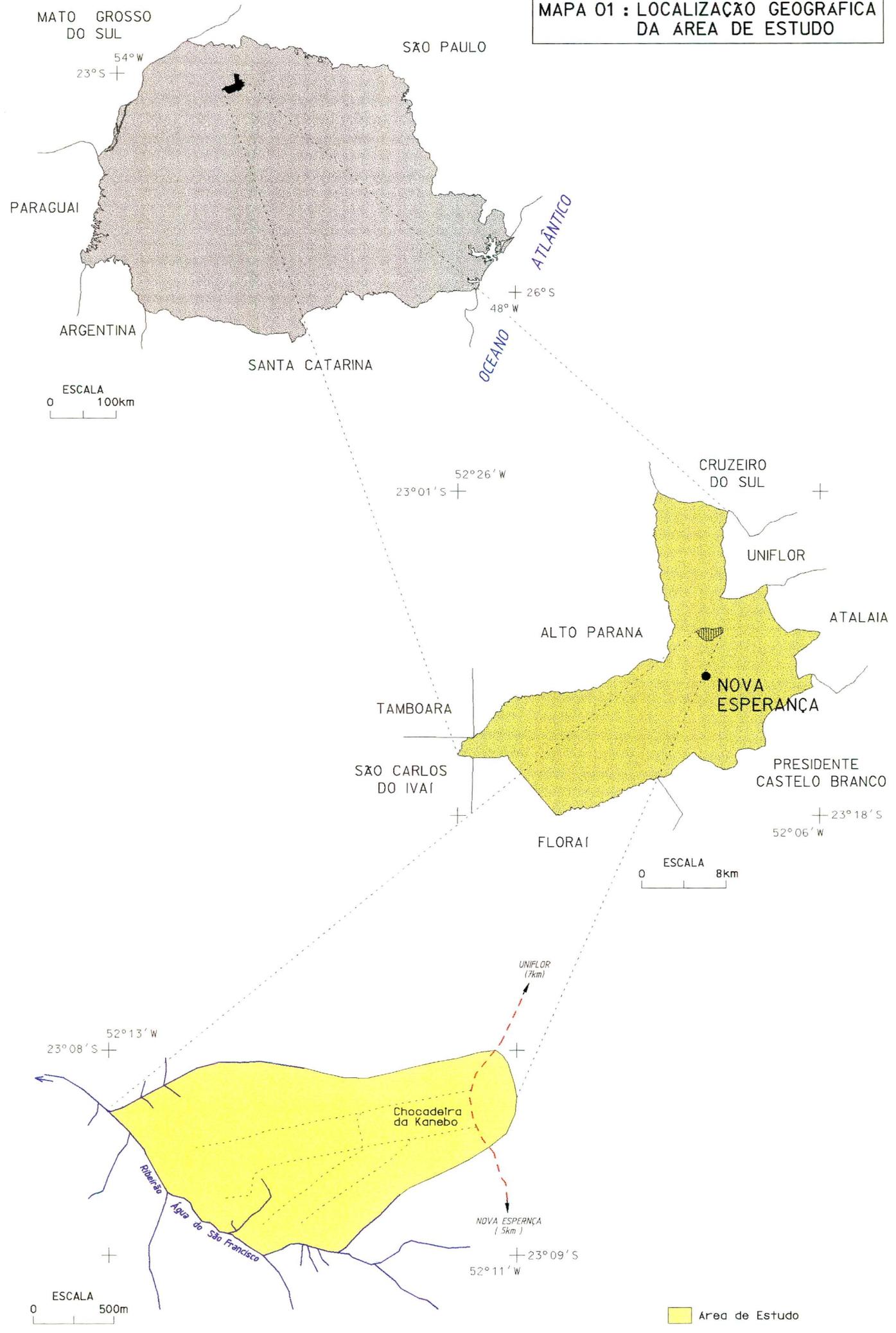
1.3.1: Localização da Área

Situada na porção norte do município de Nova Esperança, a área de estudo abrange um interflúvio de aproximadamente 4 km², inserido na bacia do Ribeirão Água do São Francisco (Mapa 1).

Instalado no platô (interflúvio) principal que separa as bacias hidrográficas do rio Paranapanema ao norte, e o rio Ivaí, ao sul (Gasparetto et al., 1995 - inédito), o município abrange uma área de 403,13 km². Deste total, 396,45 km² pertencem à zona rural e 6,68 km² à zona urbana (Plano diretor de Nova Esperança, 1997).

Segundo IBGE (1991), geograficamente localizada a 23°12' latitude sul e 52°12' longitude oeste (Mapa 1), Nova Esperança faz parte da *Microregião de Astorga (Mesorregião geográfica do Norte Central Paranaense)*, inserida no Terceiro Planalto Paranaense (Maack, 1981),

MAPA 01 : LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO



1.3.2 - Caracterização do Meio Físico

Localizada no setor de ocorrência da Formação Caiuá, na Região Noroeste do Estado, o município insere-se, geomorfologicamente, no Terceiro Planalto Paranaense definido por Maack² (1981).

Litologicamente, o Terceiro Planalto (Maack, 1981), considerado a maior unidade geomorfológica do Paraná, possui cerca de 18% de sua área recoberta por arenitos da Formação Caiuá, correspondendo a aproximadamente 12% da área do Estado (Bigarella & Mazuchoski, 1985; Muratori, 1996, 1997). A Formação Caiuá, que possui em torno 22.000 km², estende-se ainda ao extremo oeste dos Estados de São Paulo e sul do Mato Grosso do Sul (Barcelos, 1991).

Restritos ao setor centro-norte da Bacia Sedimentar do Paraná, tais arenitos constituem a porção basal do Grupo Bauru. Este Grupo, cuja sedimentação teve início no Cretáceo Inferior, é constituído, de topo para base, de quatro Formações: a) Marília, b) Adamantina, c) Santo Anastácio e e) Caiuá (Soares et al., 1980; Moniz, 1996). Estudos no Paraná (Bigarella & Mazuchoski, 1985) revelaram que essa Formação assenta-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral e passa de forma transicional à Formação Santo Anastácio sobrejacente.

A denominação formal Caiuá foi atribuída por Washburne (1930) para definir os arenitos aflorantes nas barrancas da margem esquerda do rio Paraná, na região de Porto Presidente Epitácio (Barcelos, 1991). Trabalhos posteriores tentaram explicar a gênese e a idade dessa Formação, promovendo inúmeras discussões. Inicialmente foi considerada de origem deltaica (Backer, 1923; Bóssio & Landin, 1971) e eólica (Washburne, 1930), sendo considerada flúvio-deltaica por alguns autores em pesquisas ulteriores (Bigarella, 1949; Mezzalira & Arruda, 1965; Mezzalira, 1974; Wu & Soares, 1974).

A idéia de origem mista é aceita também por Jabur & Santos (1984). Para estes autores a Formação Caiuá se teria desenvolvido em ambiente semi-árido (fluvial) e árido (eólico),

² Este autor reconheceu no Estado do Paraná cinco grandes unidades geomorfológicas denominadas “*grandes paisagens e subzonas naturais*”. Essas unidades foram definidas a partir da posição das escarpas, vales de rios e divisores de água, bem como no carácter fisiográfico unitário da paisagem, dentro dos limites naturais do Estado.

distinguindo duas litofácies do topo para base: a) Fácies Mamborê (flúvio-lacustre); b) Fácies Porto Rico (eólico).

Segundo estes autores, a Fácies Mamborê é geneticamente flúvio-lacustre, composta predominantemente por arenitos finos litificados com cimento calcífero e ferruginoso, grãos subarredondados e moderadamente arredondados e cor variando entre vermelho escuro a vermelho claro. A ocorrência desta Fácies atinge a porção oriental da sedimentação Caiuá. A Fácies Porto Rico, caracterizada por um ciclo de sedimentação predominantemente eólico, apresenta arenitos finos com cimentação silicosa e ferruginosa, cores predominantemente arroxeadas, estratificação cruzada, caracterizando sua deposição. Apesar de apresentarem descrições bastante detalhadas sobre a distinção, os autores não apresentam nenhum documento cartográfico com a representação espacial de tais Fácies, o que torna difícil a aplicação de tal teoria.

De modo geral, pode-se dizer que a Formação Caiuá é constituída de arenitos friáveis de granulação fina a média, frações muito fina e grosseira, e matriz lamítica em geral inferior a 5% (Soares et al.,1980). Apresenta seleção moderada a boa, coloração marrom avermelhada e arroxeadada, película de óxido de ferro (Schobbenhaus et al.,1984³ *apud* Gasparetto et al., 1995 – inédito) ou limonita, proveniente de processos secundários, recobrando os grãos. De modo geral, os grãos são bem arredondados (Campos et al., 1982; Jabur & Santos,1984; Bigarella & Mazuchoski,1985; Barcelos,1991).

Apresenta estratificação cruzada plana paralela horizontal a subhorizontal ou maciços, com extensão entre 10 e 30 metros e dimensão de 1 a 5 metros (Salamuni et al., 1981; Campos et al.,1982; Barcelos,1991). A espessura dessa Formação, no Noroeste do Paraná, chega a 250 metros nas proximidade de Guairaçá (Almeida et al.⁴,1980 *apud* Barcelos, 1991) diminuindo em sentido norte e oeste. No município de Nova Esperança, segundo Gasparetto, et al. (1995 – inédito), o arenito aflora nos talvegues e, ocasionalmente, nos trechos inferiores das vertentes, quando os solos (rasos) são retirados por processos erosivos. Os trabalhos de campo evidenciaram também o afloramento em superfície no topo de um morrote (509 m a.n.m),

³ SCHOBHENHAUS, S. C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R. & ASMUS, H. E. (1984). **Geologia do Brasil. Mapa geológico do Brasil e da área adjacente incluindo depósitos minerais**, Escala 1/250.000. Brasília, DNPM, 501p. (texto Explicativo)

⁴ ALMEIDA, M. A. de. MELLO, M. S. (1980) Geologia do Oeste paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. *In: Congresso Brasileiro de Geologia 31*. Camboriú. Mesa Redonda: A formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes. São Paulo: SBG.1980.P. 31-43 (Publicação Especial. 7).

localizado na Estrada Bom Jesus, próximo à área de estudo. Nesse local o material encontrado apresenta-se bastante intemperizado, desfazendo-se facilmente.

A litoestratigrafia dessa Formação, segundo Muratori (1997:135) “foi acompanhada, com maior ou menor intensidade, por eventos tectônicos no decorrer do tempo geológico, sendo sua influência inferida através de indícios geológico-geomorfológicos como lineamentos e padrão de drenagem orientados”. Na área de estudo, o controle geológico é constatado através da dissimetria dos vales, pequenas quedas d’água (Foto 1) e corredeiras ao longo dos canais de drenagem, bem como um padrão subparalelo bem definido nas drenagens de primeira ordem.

De modo geral, a Região Noroeste apresenta características morfológicas suaves, extensas chapadas e platôs suavemente ondulados, com divisores de água arredondados (Maack, 1941), elaborados pela rede de drenagem. Os rios principais (conseqüentes) são paralelos entre si e convergem, na direção oeste, para o rio Paraná (Nóbrega et al., 1992).



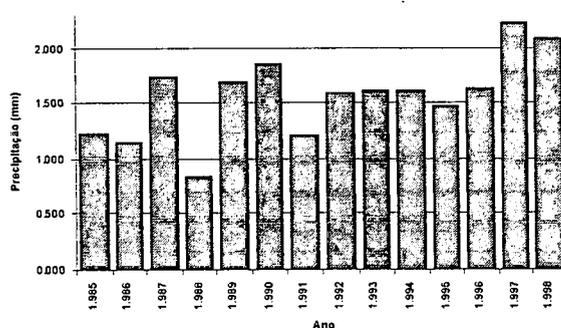
Foto 1: Queda d’água (4m)

Inserido nesse contexto, município de Nova Esperança, é representativo de um compartimento cujo relevo é ligeiramente mais dissecado pela drenagem que seu entorno regional. Esta maior dissecação, condicionada em grande parte pela drenagem, propiciou a elaboração de colinas convexas com topos curtos arredondados, com predomínio de cobertura podzólica do topo até a média baixa vertente. Rupturas de declive são encontradas freqüentemente no setor de média baixa vertente, definindo patamares, na maioria das vezes direcionados para NW (Rio Paraná – eixo da Bacia Sedimentar do Paraná). Em alguns setores da área de estudo essas rupturas são fortes, destacando-se na paisagem, sobretudo aquelas que acompanham a drenagem principal do Ribeirão Água do São Francisco. A análise do mapa Hipsométrico (Mapa 2), bem como os trabalhos de campo, revelaram que os vales, na maioria dissimétricos, apresentam margem direita íngreme e alta, enquanto a margem esquerda é pouco íngreme. O vale principal do Ribeirão Água do São Francisco apresenta forte dissimetria, com desnível acima de 30 metros na margem direita do talvegue até a ruptura

convexa forte, conforme levantamento topográfico realizado. Acima desta ainda é identificada mais uma ruptura convexa no setor de média alta vertente, identificada no Mapa Morfopedológico (Mapa 3) como ruptura convexa suave.

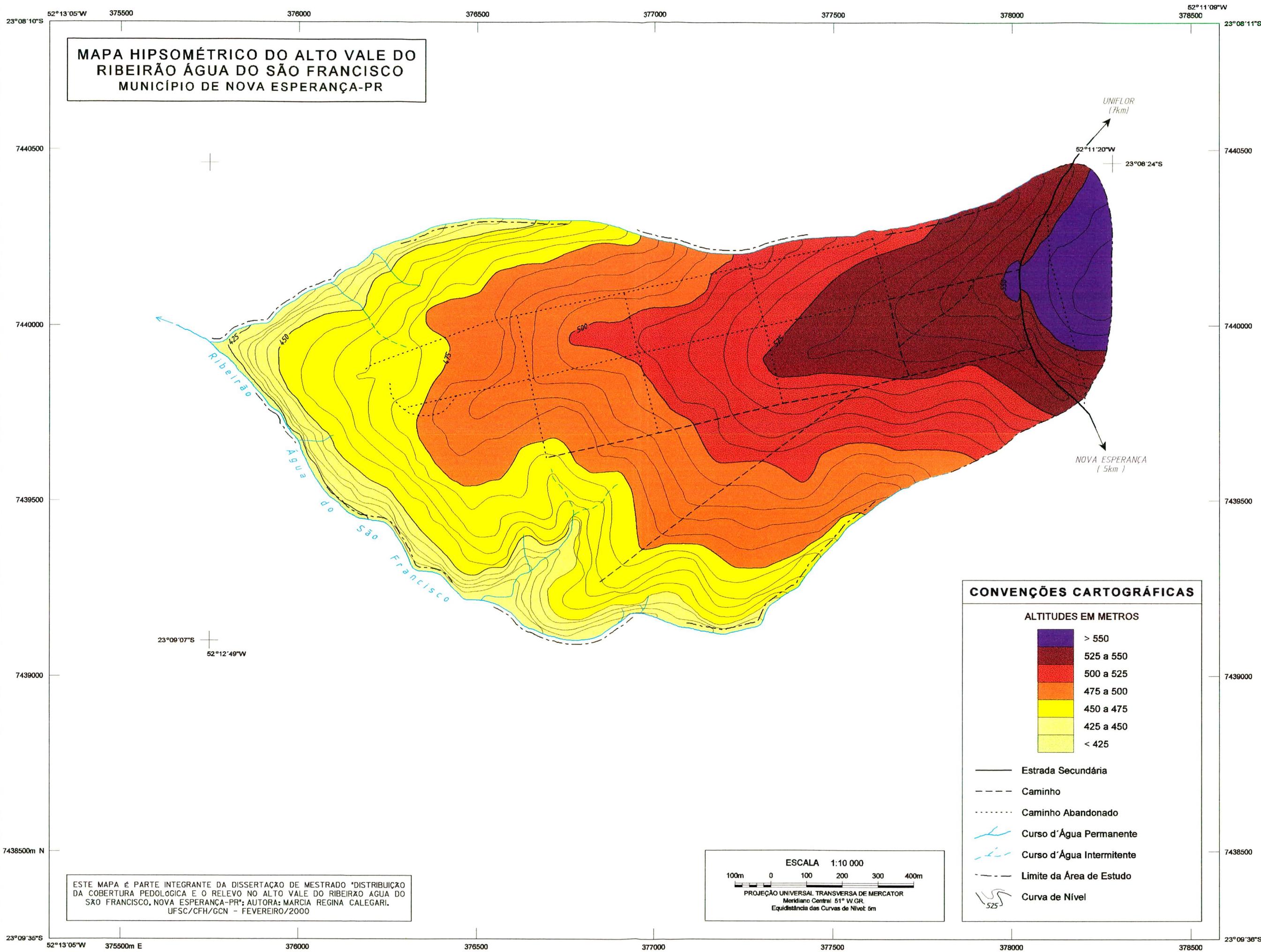
Quanto ao clima, na região predomina o clima Cfa (classificação de Koeppen, 1948), subtropical úmido mesotérmico. A temperatura média dos meses mais frios é inferior a 18°C, e dos meses mais quentes, superior a 22°C. As geadas são pouco frequentes, atingindo principalmente vales e depressões (Fasolo et al. 1988). A pluviosidade anual monitorada nos últimos 14 anos é superior a 1.500 mm (gráfico 1), embora haja boa distribuição das chuvas durante o ano todo, constata-se maior concentração nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, sendo julho e agosto os meses mais secos. Porém, não chega a definir uma estação seca (Maack, 1981; Paraná, 1987; Troppmair, 1990).

Distribuição da Precipitação Anual - 1985 a 1998 Nova Esperança - PR



Fonte: Pluviômetro de Leitura Direta, Fazenda São Nicolau –
Nova Esperança (PR) - 1985 - 1998

O interflúvio principal do compartimento representado por Nova Esperança encontra-se a cerca de 578 metros a.n.m.. Nesse interflúvio encontra-se instalado o núcleo urbano do município, seguindo o padrão de colonização adotado na região (tópico I.1). Como já salientado anteriormente este interflúvio divide as bacias hidrográficas do Rio Ivaí, ao sul e Paranapanema ao norte, ambos afluentes diretos da margem esquerda do rio Paraná. No trecho compreendido entre as cotas altimétricas de 500 e 540 metros (o entorno do núcleo urbano), comporta-se como dispersor centrífugo das águas. É nesse trecho que se encontram as



**MAPA HIPSOMÉTRICO DO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO
MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA-PR**

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado "DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO, NOVA ESPERANÇA-PR"; AUTORA: MARCIA REGINA CALEGARI. UFSC/CFH/GCN - FEVEREIRO/2000

ESCALA 1:10 000

100m 0 100 200 300 400m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.GR.
Equidistância das Curvas de Nível: 5m

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

ALTITUDES EM METROS

Dark Purple	> 550
Dark Red	525 a 550
Red	500 a 525
Orange	475 a 500
Yellow-Orange	450 a 475
Yellow	425 a 450
Light Yellow	< 425

- Estrada Secundária
- - - Caminho
- Caminho Abandonado
- ~ Curso d'Água Permanente
- ~ Curso d'Água Intermitente
- - - Limite da Área de Estudo
- ~ Curva de Nível

Fontes:
Base Cartográfica-Resolução Aerofotogramétrica (foto n. 02865), Equidistância de 5m, Escala H0000, SEMA-PR;
Fotografia Aérea n. 02865, Escala 1:25000, TIC-PR, 1980;

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento do Depto. de Geociências, CFH/UFSC
Digitalização: Geóg. Márcia Regina Calegari; Edição: Geóg. José Henrique Vilela (jan/2000)

nascentes dos principais córregos do município. Entre eles destaca-se o Ribeirão do Diabo, Nova Esperança, São Francisco, Caxangá e Porecatu (bacia do Rio Paranapanema); Ribeirão Anhumai, da Esperança e Água dos Patos (bacia do Rio Ivaí). A rede de drenagem, cujo padrão geral está entre paralelo e subparalelo, é mais densa no setor sul do município (afluentes do Rio Ivaí). No setor norte, onde se insere a área de estudo, o padrão principal dos tributários de primeira ordem é subparalelo a dendrítico aberto. Os vales em V aberto são dissimétricos e bem encaixados. No

alto/médio vale do Ribeirão Água do São Francisco foram constadas quedas d'água no curso principal e em um de seus tributários da margem direita.

A maioria dos cursos d'água apresentam sinais de assoreamento. A faixa de mata ciliar recomposta, existente em praticamente todos os cursos d'água, restringe-se às posições de fundo de vale, baixa vertente e nos setores mais íngremes. Na maioria das vezes essa faixa é insuficiente para conter a grande quantidade de material deslocado de montante.

A vegetação primária, *Mata Pluvial Tropical menos exuberante* (Maack, 1981; Troppmair, 1990), que era encontrada em toda extensão da ocorrência da Formação Caiuá, foi devastada no decorrer do processo de colonização da área no início dos anos 40, restando apenas resquícios de mata remanescente da vegetação primitiva (Maack, 1941). A derrubada acelerada e desordenada praticamente erradicou a vegetação natural, liberando novas áreas à monocultura cafeeira que imediatamente se instalava.

O uso do solo baseou-se na fertilidade natural do solo, sem nenhuma preocupação na adoção de práticas conservacionistas, negligenciando as características edafológicas do solo. Em poucos anos as conseqüências foram sentidas através da deflagração de insidiosos processos erosivos, degradando a frágil cobertura pedológica.

As características desses solos, especialmente as químicas, estão ligadas ao material de origem pobre, o arenito Formação Caiuá. A passagem do arenito às camadas de solo ocorre, segundo Barcelos (1991), de forma contínua, com origem a partir da intemperização/pedogenização do próprio arenito subjacente. De modo geral, os solos da região, na maioria autóctones, são pobres e de baixa fertilidade natural, de textura arenosa a média. São friáveis e bastante susceptíveis aos processos erosivos.

Conforme dados levantados pelo **Mapeamento Geotécnico e Zonas de Risco** no município (Gasparetto et al., 1995 – inédito), foram definidas/reconhecidas seis classes de

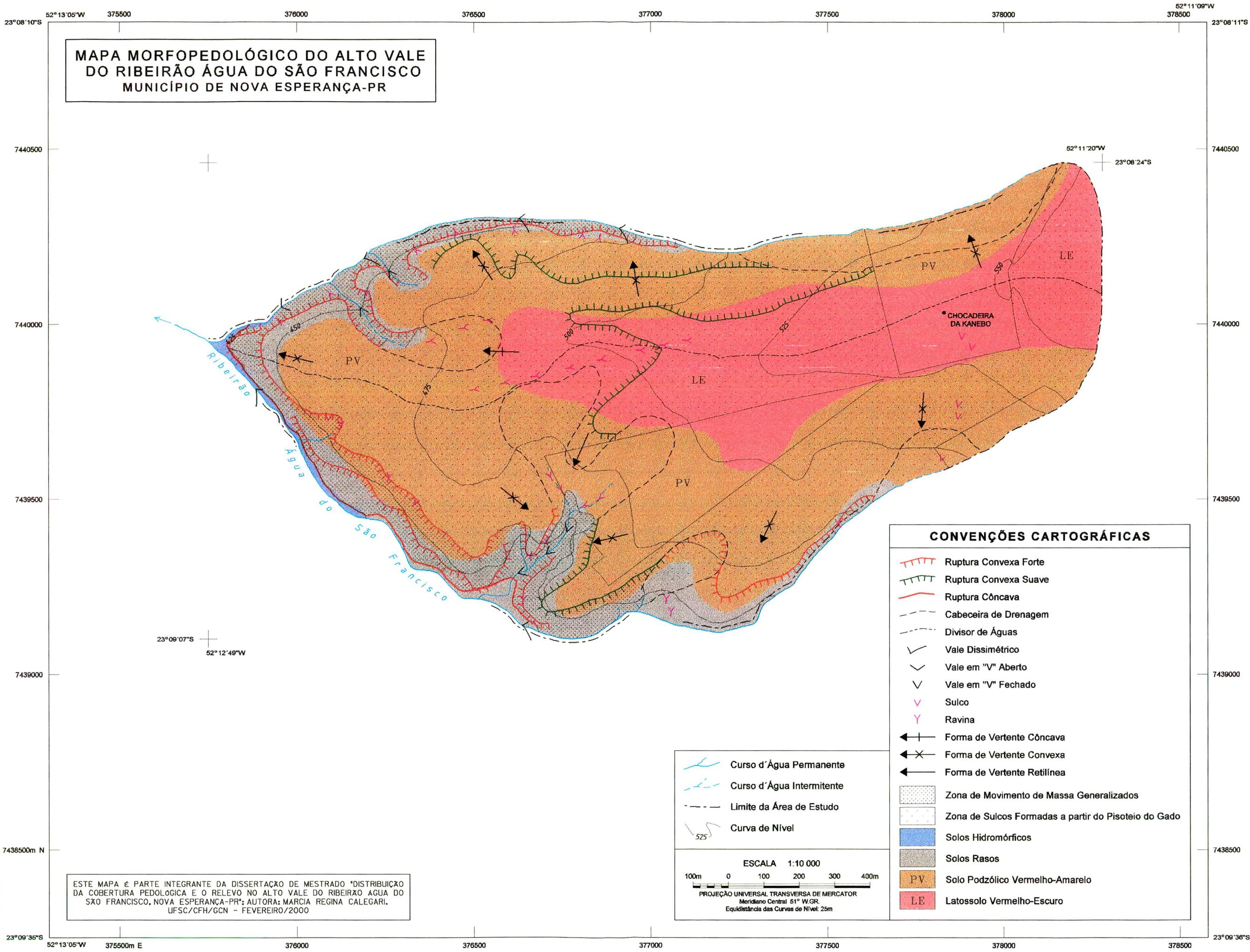
solo, baseadas na classificação da EMBRAPA-IAPAR (1984), acrescentando-se ainda a classe de **Solos Colúviais**, que foi criada para representar e destacar os materiais que se acumularam após o desmatamento da região. Assim Nova Esperança apresenta as seguintes classes de solo, representadas no Mapa Morfopedológico (Mapa 3):

-Latossolo Vermelho Escuro, textura média - encontrada em todos os espigões e interflúvios, em posição de topos aplainados e alta vertente, quase sempre em cotas de altitude superior a 500 m, com declividade inferior a 6%. Esta classe compreende os solos com horizonte B Latossólico. Profundidade média acima de 250 cm, seqüência vertical de horizontes A ou Ap, Bw₁, Bw₂ e C, com transição progressiva e difusa. De modo geral, apresentam boa permeabilidade, textura variando de franco-arenosa a franco-argilo-arenosa. A partir de 100 cm, pequenas manchas esbranquiçadas de areia lavada são encontradas.

- **Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Abrúptico textura média** - compreende solos com horizonte B Textural, com seqüência de horizontes A ou Ap, E, Bt e C. Esta classe ocorre em relevo mais dissecado, de vertentes convexas, com declividade ligeiramente acentuada, freqüentemente a partir do terço inferior em direção ao fundo dos vales mais amplos. Em Nova Esperança esta classe é encontrada também nos topos curtos e convexos, abaixo de 500 – 480 metros de altitude. A espessura varia de 150 a 300 cm. Apresenta transição clara e abrupta entre os horizontes A e B. A textura dos horizontes superficiais varia de areia-franca a franco arenosa, e é franco-argilo-arenosa no Bt. Apresenta maior permeabilidade nos horizontes superficiais A e E. Destaca-se, nesta classe, a presença de bandas onduladas com coloração mais avermelhada e mais compacta na transição A ou E para B. Geralmente encontrada em perfis localizados em posição de baixa vertente, é encontrada também nas altas vertentes, em áreas de maior declividade.

- **Areia Quartzosa** - (não cartografada pelo mapeamento) é encontrada, na maioria das vezes, em posição de baixa vertente associada aos solos com hidromorfia.

Com espessura superior a 100 cm, é clara (7,5 YR 5/2, 10 YR 5/5,10 YR 6/3) e arenosa. Apresenta estrutura maciça com grãos soltos muito friáveis.



MAPA MORFOPEDEOLÓGICO DO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA-PR

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

	Ruptura Convexa Forte
	Ruptura Convexa Suave
	Ruptura Côncava
	Cabeceira de Drenagem
	Divisor de Águas
	Vale Dissimétrico
	Vale em "V" Aberto
	Vale em "V" Fechado
	Sulco
	Ravina
	Forma de Vertente Côncava
	Forma de Vertente Convexa
	Forma de Vertente Retilínea
	Zona de Movimento de Massa Generalizados
	Zona de Sulcos Formadas a partir do Pisoteio do Gado
	Solos Hidromórficos
	Solos Rasos
	Solo Podzólico Vermelho-Amarelo
	Latossolo Vermelho-Escuro

Curso d'Água Permanente
 Curso d'Água Intermitente
 Limite da Área de Estudo
 Curva de Nível

ESCALA 1:10 000
 100m 0 100 200 300 400m
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Meridiano Central 51° W.G.R.
 Equidistância das Curvas de Nível: 25m

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO "DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO, NOVA ESPERANÇA-PR"; AUTORA: MARCIA REGINA CALEGARI, UFSC/CFH/GCN - FEVEREIRO/2000

Fontes: Base Cartográfica-Restituição Aerofotogramétrica, Equidistância de 5m, Escala 1:10000, SEMA-PR; Fotografia Aérea n. 02865, Escala 1:25000, ITC-PR, 1980; Levantamento em Campo de outubro/98 à novembro/99; Solo: Carta Geotécnica Nova Esperança-PR, Mapeamento Geotécnico do NW do Paraná; UEM/DGE-SUCEAM-FUMEPAR

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento do Depto. de Geociências, CFH/UFSC
 Digitalização: Geog. Márcia Regina Calegari; Edição: Geog. José Henrique Vilela (Jan/2000)

- **Solos Coluviais** - ocorrem nos vales em berço e cabeceiras de drenagem. Sua gênese está relacionada ao desmatamento. Esses solos são formados pelos materiais remanejados pelo escoamento superficial ao longo das vertentes. Possui espessura variada (100 a 300 cm), onde se intercalam estratos paralelos (ou não) de textura arenosa a franco-argilo-arenosa e, às vezes, lentes de material argiloso;

- **Solos Hidromórficos** - compreendem os solos que se encontram sob influência do lençol freático na superfície ou próximo dele durante um período do ano. Ocorrem nas margens dos canais de drenagem, pequenos terraços e áreas deprimidas. São pouco espessos (100 a 150 cm), com coloração variada, reflexo dos fenômenos de oxidação e redução e textura arenosa. Possui estrutura granular pequena fraca no horizonte A e granular a subangular média moderada no horizonte B.

- **Solos Rasos** - correspondem ao Litossolo e ao Cambissolo. Ocorrem principalmente nas áreas de vertentes de maior declividade e relevo dissecado. Possuem textura arenosa a franco-arenosa, espessura inferior a 100 cm e apresentam seqüência de horizontes A, C, R ou A, (Bi), C, R .

As características morfológicas constatadas atribuem a estes solos alta susceptibilidade aos processos erosivos (lineares e movimentos de massa), que foram deflagrados a partir do desmatamento. Além desses fenômenos, Gasparetto et al.(1995 – inédito) assinalam algumas alterações nas características morfológicas dos solos, geradas pós-ocupação. São elas: degradação ou ausência do horizonte A; aumento ou diminuição do horizonte eluvial (E); alteração na distribuição da fração argilosa ao longo da vertente; formação de novas classes de solo em vales abertos ou anfiteatros (colúvio).

Os autores destacam ainda que, além dessas transformações morfológicas, podem ter ocorrido também alterações nas características químicas do solo, naturalmente pobre. A fertilidade natural (húmus) constatada nos primeiros anos após o desmatamento se exauriu rapidamente, devido ao uso permanente do solo. A monocultura cafeeira, instalada imediatamente após o desmatamento, teve sua decadência deflagrada no final dos anos 60. A confirmação, de modo geral, viria com as geadas no início dos anos 70 e com a política do governo que incentivou a erradicação dos cafeeiros improdutivos.

Com a erradicação dos cafezais e sua substituição pelas pastagens, houve grande diminuição da população no Noroeste (Êxodo Rural). Em 1960 representava 51,4%⁵ do total do Estado (BRASIL, 1977). Conforme dados de IBGE, a população residente da Região Noroeste do Estado do Paraná, na década de 90, representa cerca de 6,90% da população total do Estado. A substituição dos cafezais por pastagens promoveu profundas alterações na estrutura fundiária regional, no início dos anos 70. A concentração da posse da terra causou a diminuição das pequenas propriedades baseadas no trabalho familiar.

Nesse contexto a exploração cafeeira foi abandonada, promovendo um grande vazio demográfico na região, pois segundo Muzilli, *et al.* (1990) a população, sobretudo rural, migrou para outros centros urbanos (nem sempre preparados para receber o contingente deslocado) ou procurou outras regiões em fase de colonização no país. A partir da retirada do café, houve uma tímida tentativa de introdução de culturas temporárias (milho, algodão etc.), mas as características químicas e físicas, principalmente texturais, dos solos não permitiu a instalação do binômio soja-trigo, bem-sucedido nas áreas de Terra Roxa. Depois de algumas experiências, provou-se que as pastagens eram, na maioria das vezes, a maneira mais adequada de uso do solo (Kronen, 1990:35).

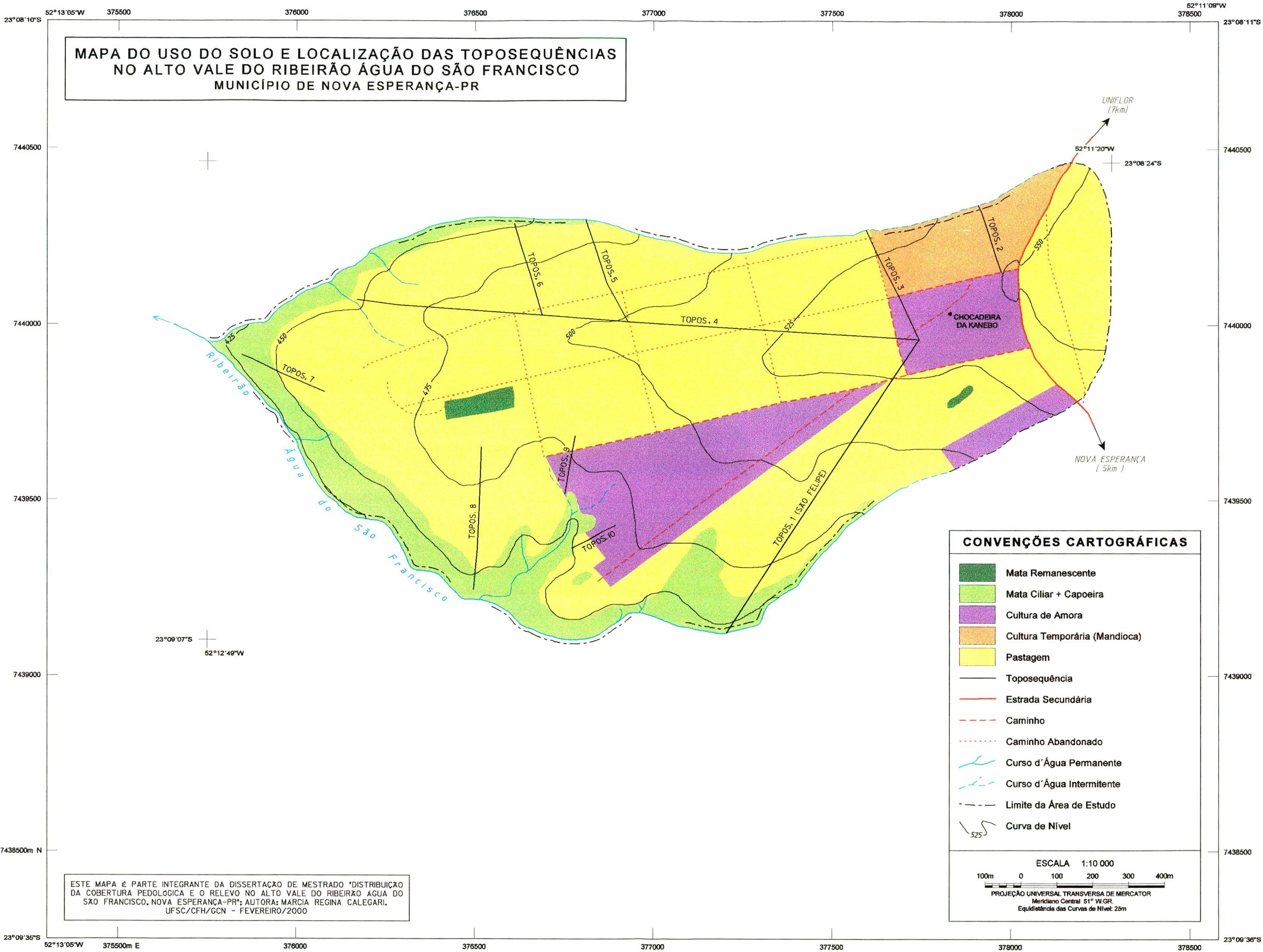
As pastagens passaram a predominar a partir da década de 70, ocupando os diversos compartimentos do relevo, inclusive interflúvios de baixa declividade (Kronen, 1990; Moro, 1991). Como cultura que exige muito pouco, do ponto de vista físico e principalmente químico, presta-se bem à proteção do solo e controle dos processos erosivos, além de ser o modo mais lucrativo de explorar este espaço natural (Kronen, 1990).

Em Nova Esperança a introdução das pastagens foi paralela a outras culturas, como a mandioca e a plantação de amora, esta utilizada no trato das lagartas que fabricam o fio da seda (Sericicultura). Nos anos 80, a sericicultura foi tão significativa no município, que lhe rendeu o título de “*Capital Regional da Seda*” (IMAY, 1997 – inédito).

No topo do interflúvio em estudo existe uma “chocadeira” de bicho da seda – entreposto da **Kanebo Silk do Brasil S/A Indústria de Seda**. Este interflúvio, conforme Mapa de Uso do Solo (Mapa 4), expressa o uso do solo representativo do Compartimento de Nova Esperança. Existe o predomínio da pastagem, não sendo encontrada somente no setor de fundo de vala devido a declividade acentuada (entre 25 a 45%). Neste setor predomina a mata

⁵ Estes dados dizem respeito à Região Noroeste, incluindo o município de Maringá.

(recomposta) associada a capoeira. Considerada como cultura permanente, a amora é cultivada no setor de topo e nas vertentes menos íngreme do interflúvio, pertencentes à **Kanebo**. Representante das culturas temporárias, a mandioca ocorre no setor NE do Mapa 4, ocupando uma cabeceira de drenagem ampla, de fraca declividade.



**MAPA DO USO DO SOLO E LOCALIZAÇÃO DAS TOPOSEQUÊNCIAS
NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO
MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA-PR**

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Mata Remanescente
- Mata Ciliar + Capoeira
- Cultura de Amora
- Cultura Temporária (Mandioca)
- Pastagem
- Toposequência
- Estrada Secundária
- Caminho
- Caminho Abandonado
- Curso d'Água Permanente
- Curso d'Água Intermitente
- Limite da Área de Estudo
- Curva de Nível

ESCALA 1:10 000

100m 0 100 200 300 400m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.G.R.
Equidistância das Curvas de Nível: 25m

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO "DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO, NOVA ESPERANÇA-PR"; AUTORA: MARCIA REGINA CALEGARI. UFSC/CFH/GCN - FEVEREIRO/2000

Fontes:
Base Cartográfica-Restituição Aerofotogramétrica (foto n. 02865), Equidistância de 5m, Escala 1:10000, SEMA-PR;
Fotointerpretação da Fotografia Aérea n. 02865, Escala 1:25000, ITC-PR, 1980;

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento do Depto. de Geociências, CFH/UFSC
Digitalização: Geóg. Márcia Regina Calegari; Edição: Geóg. José Henrique Vilela (Jan/2000)

CAPÍTULO II: BASE CONCEITUAL E METODOLÓGICA

A cobertura pedológica da área onde se coloca a problemática é considerada como sede dos principais problemas erosivos que podem estar interferindo (ou comandando) na evolução morfológica da área. Sob esta óptica, buscou-se uma linha de pesquisa que considerasse o solo não somente como parte integrante da paisagem, mas como indicador de processos e mecanismo de evolução (Queiroz Neto, 1995). A partir dessa premissa, a *Análise Estrutural* foi adotada como base conceitual e metodológica da presente pesquisa. Esta linha, enfatizada neste capítulo, permite estudar a organização dos solos através de sua morfologia, espacialidade e integração na paisagem. Neste capítulo, que constitui a base conceitual e metodológica da pesquisa, é apresentada a conceituação dos principais processos (erosivos) envolvidos no balanço pedogênese/morfogênese conforme sua gênese e evolução.

II.1 - *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*

“A pedologia nasceu do reconhecimento da diferenciação vertical do solo e de sua significação genética. Assim, segundo DOKUTCHAEV, a morfologia de cada solo, corresponde a uma seqüência vertical de seus diferentes horizontes, reflete os efeitos conjuntos dos fatores genéticos específicos, responsáveis de sua formação” (Boulet, 1992: 44).

A evolução da pedologia, segundo Queiroz Neto (1988), permitiu passar progressivamente da percepção da presença de organizações laterais do solo (*catena* - Milne, 1934), à de sistemas de transformações pedológicas (*Análise Estrutural* - Boulet, 1974). Ao longo dessa evolução podemos destacar três momentos distintos:

- a introdução da noção de *catena* por Milne na década de 30; quando se superou em parte a concepção de diferenciação vertical (perfil) dos solos que direcionava as pesquisas durante o período inicial da pedologia. Segundo a noção de *catena*, os perfis verticais de solos sucediam-se numa vertente, ligados por relações genéticas;

- a introdução da noção de *pedon* na década de 60 pela SOIL SURVEY STAFF; o solo passava a ser encarado como corpo tridimensional, porém ainda bastante ligado à concepção de perfil. Apresentavam-se as primeiras tentativas de estabelecer correlação entre as causas e os efeitos da topografia e drenagem nos processos pedogenéticos e na distribuição dos solos na paisagem;

- a introdução da análise bidimensional da cobertura pedológica em topossequência, realizada ao longo de encosta. Os solos passaram a ser entendidos e representados como um *continuum* que recobre as vertentes (Bocquier, 1971; Boulet, 1974).

A idéia clássica da variação vertical dos horizontes, calcada nas observações de perfis isolados, na superposição dos horizontes representativos de área homogênea (Queiroz Neto, 1988) influenciou muito os primeiros trabalhos da pedologia. O avanço deu-se com as primeiras pesquisas ressaltando as associações entre solo, relevo, vegetação e clima, seguidas por trabalhos que destacavam a distribuição dos solos, relacionando as causas e efeitos da topografia e da drenagem, considerando o clima e a vegetação como grandes fatores de formação. Um dos primeiros trabalhos desta natureza foi realizado por Delvigne (1965).

Estudos realizados na década de 70 por Ruellan (1970), Bocquier (1971), Boulet (1974) e Chauvel (1976) assinalam a introdução da análise estrutural da cobertura pedológica anunciando o advento de nova abordagem/perspectiva nos estudos pedológicos realizados, através de análises bidimensionais de coberturas pedológicas, procurando tomar o solo como *continuum* que recobre toda a extensão das encostas. Levaram à percepção de que a cobertura pedológica era um sistema estrutural complexo, inserido na paisagem. Apresentavam transformações progressivas das organizações, tanto vertical como (principalmente) lateralmente no sentido da vertente (Queiroz Neto 1988:415).

Estes trabalhos pioneiros foram realizados em regiões tropicais e revelaram processos pedogenéticos laterais importantes, resultantes de movimentos internos descendentes de material, com efeitos remontantes, isto é, as acumulações de certos constituintes para jusante acabam por dar origem a novos horizontes que se desenvolviam mais e mais para montante, mudando assim uma cobertura inicial em outra, causando novas condições nos fluxos hídricos e uma evolução do modelado (Cunha, 1996).

Bocquier (1971), Boulet (1974) e Chauvel (1976) demonstraram claramente, através da *Análise Estrutural*, que “a diferenciação lateral dos solos mantinha, além da relação causal

com a topografia, uma relação estreita com os processos pedogenéticos, e que estes poderiam ser um fator importante na evolução do modelado” Ferreira (1997:5).

Pode-se dizer, então, que através da *Análise Estrutural* é possível obter o conhecimento da organização tridimensional da cobertura pedológica e da sua dinâmica, contribuindo de forma significativa, fornecendo dados e informações mais precisas para o entendimento da dinâmica da paisagem, bem como da evolução pedomórfica. A organização tridimensional de uma cobertura pedológica, etapa proposta na *Análise Estrutural da cobertura pedológica* (Boulet, et. al, 1982 b), compreende o estudo das relações geométricas entre horizontes e particularmente suas relações de concordância e discordância, permitindo reconstituir certas etapas da evolução do modelado (Boulet et. al., 1995), bem como ressituar a organização pedológica no espaço e constatar a existência de diferenciações laterais geradas por mecanismos de transferências e acumulações verticais e, sobretudo, laterais de matérias intrinsecamente ligadas à natureza dos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais, à evolução da paisagem (Salomão, 1994; Santos, 1995; Cunha, 1996)

As alterações geralmente ocorrem quando há alterações de clima imprimindo novas características ao meio pedológico. Seus constituintes relacionam-se de tal forma que é possível compreender a dinâmica pedológica presente e pretérita. Conhecendo e compreendendo tais relações, torna-se possível apresentar algumas considerações sobre o futuro.

A análise tridimensional permite passar da análise e cartografia analítica (bidimensional) à sintética (tridimensional). Nesta última, consideram-se globalmente todos os resultados da anterior. A escala e o nível de detalhe são reduzidos preservando as informações pedológicas que dizem respeito a organização e dinâmica da cobertura.

Para Ruellan (1987), a organização morfológica dos solos existe em todas as escalas de observação, desde as assembléias de base das partículas até os arranjos dos sistemas pedológicos em escala regional. A disposição dos seus constituintes (minerais e orgânicos) não é aleatória. Estes são estruturados um em relação ao outro, vertical e lateralmente, compondo uma morfologia, uma anatomia, que se pode descrever nas diferentes escalas de organização, desde o cristal e a célula até a escala da paisagem. Para o autor citado, a cobertura pedológica apresenta quatro níveis de organização: as *organizações elementares*, observadas parte a olho nu e parte em microscópio; as *assembléias*, representadas pela

associação de organizações elementares; os *horizontes*, conjunto de várias assembléias organizadas verticalmente; e os *sistemas pedológicos*, caracterizados pela organização dos horizontes entre si, vertical e lateralmente, na escala da unidade do relevo (interflúvio ou bacia de 1ª ordem).

Constata-se, ao longo do desenvolvimento da Pedologia, principalmente nas últimas três décadas, que a escola francesa tem contribuído para o entendimento da dinâmica da paisagem, pois apreende o solo como elemento integrante da paisagem, assim como sua gênese e evolução. Conceitua o *solo* como *corpo dinâmico, em perpétua evolução, onde ocorrem permanentemente transformações, cíclicas ou não, dos constituintes, das estruturas e dos sistemas porosos. É formado a partir das rochas que são transformadas pela ação conjunta dos agentes físicos, químicos e biológicos ao longo do tempo, que intemperizando e mobilizando os seus constituintes, passa assim, progressivamente de rocha a solo* (Ruellan, 1984-85: 198). É um *continuum* que recobre toda a extensão da encosta, configurando-a como um sistema estrutural complexo, chamado *sistema pedológico*, inserido na paisagem. Entendendo como *sistema pedológico* uma porção da cobertura pedológica que, por suas estruturas e dinâmica, constitui uma unidade. É então um volume de solo no interior do qual estão organizados lateral e verticalmente os volumes pedológicos (Ruellan & Dosso, 1993).

O solo é um corpo tridimensional, cuja formação implica ação concomitante dos agentes citados, condicionados pela posição que ocupam na paisagem. Dependendo da posição que ocupa no relevo, a organização da cobertura pedológica e seus respectivos sistemas podem mudar. Tais mudanças podem ser observadas de uma paisagem para outra, ou de um lugar para outro, dentro de uma mesma paisagem. Podem, ainda, ser condicionadas em função da zonalidade climática, geológica, biológica (vegetação) do globo e da diversidade topográfica do relevo (Ruellan 1984-85).

Em escala de detalhe, as mudanças na cobertura pedológica podem ocorrer de forma cíclica normal, ou devido à alteração em alguns dos elementos naturais, onde uma cobertura pedológica inicial pode apresentar transformações dos constituintes, das estruturas, das propriedades físicas e químicas; apresentar também transferência de materiais ao longo de vertentes, tanto no sentido vertical como lateral, transformando uma cobertura inicial em outra, normalmente bastante distinta, buscando o equilíbrio com as características atuais, interferindo na evolução da paisagem (Castro, 1989; Oliveira, 1997).

A pedologia apresenta, desta forma, sua evolução enquanto ciência do solo que partiu das análises verticais de perfis isolados (*catena*), passando progressivamente à percepção da existência de sistemas de transformações pedológicas, constatando a existência de diferenciações laterais, geradas por mecanismos de transferências e acumulações verticais e sobretudo laterais de materiais. Estas transferências implicam na formação de novos horizontes, lateralmente discordantes em relação aos da cobertura inicial, que avançam lateralmente concordantes com a topografia atual das vertentes, principalmente nos terços médios e inferiores (Castro, 1989; Oliveira, 1997).

A *Análise Estrutural*, em especial a representação cartográfica tridimensional da cobertura pedológica, constitui importante instrumento na análise da paisagem, pois contribui de forma significativa na evolução da pedologia (enquanto ciência do solo), fornecendo dados mais precisos para o entendimento da dinâmica de seu objeto (o solo) na paisagem, e da dinâmica da paisagem propriamente dita (evolução pedomórfica). A organização tridimensional de uma cobertura pedológica compreende o estudo das relações geométricas entre horizontes e particularmente suas relações de concordância e discordância, permitindo reconstituir certas etapas da evolução do modelado (Boulet et al., 1995) que, relacionadas aos conhecimentos geomorfológicos, permite o entendimento das relações existente entre estas ciências.

Os conhecimentos (e conceitos) geomorfológicos podem auxiliar: no reconhecimento das relações entre a distribuição do solo e a fisiografia; na dependência da gênese do perfil do solo na topografia; no desenvolvimento simultâneo dos solos e do relevo, e na influência dos processos geomorfológicos nas características do material de origem do solo (Jongerijs, 1985⁶ apud Moniz, 1996).

Tricart & Michel (1965: 6) já chamavam a atenção para a associação entre estas ciências, e principalmente para a necessidade de uma nova abordagem/perspectiva de estudo que não fosse puramente topográfica como a vigente naquele período, a de *catena*. Para esses autores, o meio geomorfológico fornece à pedogênese um quadro dinâmico, assim a concepção de *catena*, puramente topográfica em sua origem, já se mostrava insuficiente. Era necessário fazê-la evoluir e adicionar-lhe um conceito geomorfológico, exprimindo a dinâmica da vertente. Isso a tornaria, segundo eles “excelente instrumento da compreensão da gênese

⁶ JUNGERIUS, P. D. (1985). Soils and geomorphology. *Catena supplements*, Braunschweig, 6:1 – 18.

dos solos, com a condição de que todos os solos sejam contemporâneos e que não haja relíquias associadas a unidades geomorfológicas de idade diferente”.

Constata-se que as inquietudes de geomorfólogos e pedólogos sobre as relações “morfogênese-pedogênese” existem há tempo. Tricart & Michel (1965), em particular, analisaram as diferentes facetas desta questão, pois as relações entre os solos e o relevo é preocupação que acompanha os pedólogos em suas pesquisas (Boulet, 1990).

A interação entre a evolução pedogênica e morfogênica da paisagem foi assinalada por diversos autores que, segundo Furian (1994), reconheceram e destacaram os principais mecanismos que poderiam estar envolvidos nessa interação, como: a erosão em massa (Boulet, 1978 e Barbiero, 1994); a reorganização interna do solo (Chauvel, 1976); a erosão por escoamento difuso (Chauvel, 1976 e Boulet, *et al.*, 1993); a erosão geoquímica (Fritsch, 1984; Lucas, 1989; Filizola, 1994 e Filizola et Boulet, 1993) e a erosão linear (Salomão, 1994).

No Brasil, inúmeros são os trabalhos que através da *Análise Estrutural* se têm aventurado na busca do entendimento da interação morfogênese/pedogênese, pois a *Análise Estrutural* permite que o papel e a importância dos processos geoquímicos e pedológicos na evolução do modelado sejam nitidamente percebidos, enfatizando as relações geométricas entre os diferentes horizontes do solo, ensejando discussões sobre sua gênese e evolução (Boulet, 1992).

Os principais trabalhos realizados sob esta perspectiva foram comentados por Queiroz Neto, em mesa redonda no *Encontro de Geomorfologia do Sudeste*, de 1995. Na ocasião, o autor traçou breve histórico do desenvolvimento dessa linha de pesquisa, destacando os principais trabalhos brasileiros: Lepsch et al. (1977), Fernandes Barros (1985), Kertzman (1989), Castro (1990), Beltrame et al., (1991), Miklos (1992), Boulet (1992), Pellerin & Queiroz Neto (1992a e 1992b), Tardy (1993), Fernandes Barros & Queiroz Neto (1994), Santos (1995), Boulet et al. (1995), Ladeira (1995), entre outros. Os pressupostos que balizam as interpretações das relações solo/relevo podem ser resumidos de acordo com Ferreira (1998) da seguinte forma:

“1- cronologia entre a posição ocupada pelos perfis na paisagem e as superfícies geomórficas de diferentes idades; 2- presença de diferenciações verticais no interior dos perfis de solo, interpretados como descontinuidades erosivas; essas diferenciações poderiam ser marcadas pela presença de

linhas de pedras e de horizontes escurecidos (enterrados); 3- estabelecimento de cronossequências, através dos resultados das análises laboratoriais e de interpretação das morfologia dos perfis; 4- presença de corpos ferruginosos (couraças, camadas concrecionárias), que denunciariam processos antigos de intemperismo” (Queiroz Neto, 1995:07).

Dentre os trabalhos realizados no Brasil, abordando a interação entre a evolução da cobertura pedológica e do relevo, destacam-se aqueles apresentados por Pellerin e Queiroz Neto (1992 a, b), Nascimento (1993), Furian (1994), e Boulet *et al* (1995). Furian (1994) destaca a interação pedogênese/morfogênese na gênese dos deslizamentos de terreno na Serra do Mar. Em estudo das coberturas pedológicas no médio vale do Rio Paramirim – Bahia, Nascimento (1993) identificou dois sistemas de transformação pedológica, solos lateríticos com couraça ferruginosa em silcrete e/ou planossolo e silcrete em planossolo. Discute a partir dos dados de campo e laboratório a distribuição espacial da pedo-morfologia, ressaltando as relações entre as coberturas e a morfologia do relevo, concluindo que a distribuição dos solos e relevo atual é função do sistema de transformação pedológica.

Estudando a evolução geomorfológica através da distribuição dos solos e das formas de relevo no alto vale do Rio do Peixe, Pellerin e Queiroz Neto (1992b) concluíram que existe boa correlação entre a organização da cobertura pedológica e as formas e dimensões dos relevos associados. Segundo esses autores, é possível, após interpretação geomorfológica em pequena escala, propor previamente um modelo dos tipos de sistemas pedológicos possíveis na região, uma vez que a litologia dessa área do Planalto Central Paulista não muda. Baseados nessas informações, fizeram breve interpretação da possível evolução geomorfológica da área.

Interpretando a evolução geomorfológica do modelado, Boulet *et al* (1995) apresentam a reconstituição da evolução de uma vertente a partir da *Análise Estrutural*, concluindo que se trata de evolução progressiva da paisagem e não desenvolvimento de nova morfologia. As variações laterais da cobertura estão relacionadas aos sucessivos e prováveis reajustamentos da pedogênese aos processos morfogenéticos.

Tricart & Michel (1965) destacam que, de modo geral a pedogênese é um dos elementos da morfogênese, pois é capaz de modificar os seus mecanismos fundamentais da morfogênese. Em consonância com esta opinião, Queiroz Neto (1995: 20) ressalta que “ a pedogênese

constitui um motor da mais alta significância para a evolução do relevo, podendo inclusive comandá-la”, opinião da qual compartilhamos e buscamos corroborar, tendo em vista a problemática posta na presente pesquisa e a necessidade de melhor se conhecer a complexidade dos processos erosivos envolvidos na evolução morfogenética da paisagem.

II.2 – Os Principais processos erosivos envolvidos no balanço Morfogênese/Pedogênese da Área de Estudo

A cobertura pedológica é parte integrante da paisagem, influenciando profundamente o funcionamento e as transformações do ecossistema. Desempenha papel importante na elaboração e evolução das formas de relevo, pois, enquanto camada viva e contínua, recobre a quase totalidade da superfície terrestre.

É nessa superfície que se encontra um quadro dinâmico, com diversos processos formando e erodindo o solo, modificando ou criando novas formas de relevo. Conforme exposto no primeiro capítulo, a natureza e as propriedades dos solos derivados da Formação Caiuá, no Paraná, permitiu a rápida instalação e evolução de processos erosivos (lineares e movimentos de massa) após o desmatamento, alterando a circulação hídrica natural, redistribuindo os materiais ao longo das vertentes (erosão/deposição) alterando-lhe forma e dinâmica.

Quando a natureza está em equilíbrio, os processos erosivos ocorrem naturalmente, e são considerados normais (*erosão normal*), nesse caso a pedogênese sobrepõe-se a morfogênese. É processo lento e contínuo, discreto, responsável pelas alterações naturais que o relevo terrestre apresenta. Se alguma alteração causa o desequilíbrio da dinâmica natural e a retirada de material passa ser maior que a formação, a erosão deixa de ser um processo normal e passa a ser considerada acelerada (*erosão acelerada*). Influenciada pelo homem, é processo rápido e insidioso, capaz de provocar profundas modificações no relevo.

Enquanto agente erosivo, a água condiciona a instalação dos processos de erosão acelerada, principalmente pela influência da pluviosidade, incidindo sobre a cobertura pedológica exposta e pelo desequilíbrio hidrológico que se instala após a retirada da cobertura vegetal.

Devido à sua gênese, a *erosão acelerada* é classificada como *erosão hídrica ou pluvial*. Em revisão das classes de erosão, Oliveira (1994) coloca que a erosão *hídrica* se inicia com o desprendimento das partículas de solos pelo impacto das gotas de chuva (processo chamado *salpicamento ou "splash erosion"*) na superfície. Essa etapa prepara os materiais a serem transportados pelo escoamento superficial (difuso ou concentrado). E que, tanto no primeiro mecanismo como no segundo, existe um processo de transformação da partícula integrante do solo, em partícula sedimentar que, a partir deste momento, fica sujeita ao transporte e deposição, pela ação do escoamento superficial. Le Bissonnais et al. (1989-90) em estudo acerca da evolução estrutural superficial dos solos sob a ação das chuvas e suas relações com as características sob diferentes estados hídricos iniciais, contribuem para o melhor conhecimento dos variados fatores que intervêm na degradação estrutural e nos tamanhos das respectivas partículas. Distinguiram diferentes processos elementares de desagregação que atuam na evolução estrutural superficial.

A conjugação da *natureza do solo* (características físicas e morfológicas) com os demais fatores envolvidos nos processos erosivos (clima e relevo) e o tipo de uso e ocupação do solo atua na preparação dos materiais a serem transportados, mais o impacto direto das chuvas ("*splash*"), criam as condições iniciais ao desenvolvimento do escoamento superficial, responsável pelo desenvolvimento de processos mais complexos. São eles: *erosão linear*, compreendendo os *sulcos, ravinas e voçorocas*, e *os movimentos de massa do solo*, classificados em *reptação (creeping), solifluxão e deslizamentos*.

O *escoamento superficial* ocorre quando a precipitação é superior à capacidade de infiltração. Para Le Cœur et Gautier (1996), a água do escoamento resulta do excedente de água precipitada que não foi infiltrada no momento da precipitação, devido a saturação, a elevação do lençol freático, ou da alteração do estado físico do solo pelo impacto direto das gotas sobre o solo nu, o "*Splash*". O impacto desloca algumas partículas, que podem compactar os elementos finos em uma fina crosta/camada. Este fenômeno, chamado "selamento" do solo, é mais comum na zona rural e é suficiente para transformar campos de solo nu (ou com vegetação rarefeita), em superfícies impermeáveis após algumas horas de chuva forte. Nesse caso, ainda segundo Le Cœur et Gautier (1996), o bloqueio da infiltração pela organização de superfície provoca o escoamento generalizado. O escoamento superficial

pode ser classificado em *difuso*, responsável pela erosão laminar, ou *concentrado*, responsável pelo desenvolvimento da erosão linear.

O próprio nome já define o conceito de *escoamento difuso*. O escoamento dá-se de forma generalizada, em múltiplos filetes divagantes, formados pela presença de pequenos obstáculos no terreno. Geralmente ocorre em vertentes convexas de pouca inclinação. Ao longo do escoamento, dependendo de sua velocidade e intensidade, ocorre o carreamento de partículas de solo desprendidas pelos mecanismos iniciais ('*splash*') (Le Cœur et Gautier, 1996, DAEE/IPT, 1989). Este processo é conhecido como erosão por escoamento laminar, ou erosão laminar. Segundo Cunha (1996:14), trata-se de processo discreto, porém insidioso, que atua decapando e erodindo o solo, sem chegar a concentrar-se, atacando preferencialmente os elementos menores do solo – a matéria orgânica, as frações silte e a argila, os quais, depois de retirados, são transportados e consecutivamente, depositados. O *escoamento concentrado*, organizado de maneira linear, ocorre a partir da concentração das águas superficiais, aproveitando as irregularidades/rugosidades naturais do terreno, ou encaixando-se nas cicatrizes de movimentos de massa ou nas trilhas formadas pelo pisoteio do gado, muito comum na área de estudo. A quantidade e velocidade da água tendem a aumentar de montante para jusante, dependendo do comprimento e da declividade da vertente, assim como a capacidade de erosão e transporte das partículas de solo. A ação do escoamento concentrado na camada superficial leva ao desenvolvimento de processos erosivos lineares (erosão linear). As variações em forma, dimensão e dinâmica (DAEE/IPT, 1989) das incisões classifica-as como erosão em sulcos, ravinas e/ou voçorocas.

A erosão por *sulcos ou ravinas* deixa traços acentuados de sua atuação. Os *sulcos* são abertos por filetes de água que se encaixam, pela remoção de detritos ao longo do fluxo. O escoamento passa a ser concentrado em canais quando ocorre alguma condição na superfície que favoreça o aumento da concentração e velocidade da água, aumentando assim seu poder erosivo a jusante e iniciando uma dissecação vertical embrionária, que pode atingir dimensões maiores, passando de *sulco* a *ravina*. Estas possuem dimensões métricas, perfil em V estreito. Evoluem por aprofundamento linear e por alargamento de suas bordas (Le Cœur et Gautier, 1996).

Adotando a definição do IPT (Instituto de Pesquisa e Tecnologia) *in* Salomão (1994), entende-se que o processo de *ravinamento* se desenvolve rapidamente por concentração de

fluxos superficiais de águas pluviais ou servidas, removendo continuamente o solo em profundidade, de montante para jusante ao longo da vertente. As *voçorocas* se desenvolvem tanto por ação das águas de escoamento superficial como subsuperficial, deixando vazios no interior do solo por fenômenos de *'piping'*. Guerra (1995) define "*piping*" como os canais subsuperficiais, de diâmetro variado, responsáveis pela remoção e transporte de grande quantidade de material em subsuperfície, ampliando progressivamente seu diâmetro. Dependendo das dimensões adquiridas, podem dar origem a colapsos por desabamentos, recuando as paredes laterais das *voçorocas*, ampliando-as transversalmente. Embora sejam morfologicamente bastante semelhantes, *ravinas e voçorocas* diferem quanto a origem e evolução. As *voçorocas* correspondem a um estágio avançado e bastante complexo da *ravina*, cujo poder destrutivo local é superior ao das outras formas e, portanto, de mais difícil contenção (DAEE/IPT, 1989).

Segundo Le Cœur et Gautier (1996:160), ao contrário dos mecanismos elementares de remoção de partículas, os movimentos de massa afetam de uma só vez um volume de algumas centenas, às vezes até milhares de m³ de solos, nos desmoronamentos ou deslizamentos de terreno. A ruptura do material pode provocar o deslocamento mais ou menos rápido do conjunto de uma vertente sob o efeito da gravidade.

Os ***movimentos em massa*** agrupam todos os processos de transporte que mobilizam, em bloco, um volume mais ou menos grande de material. Podem ser classificados em:

Solifluxão - corresponde ao movimento de massa superficial desencadeado quando a carga de água ultrapassa o limite de plasticidade, saturando o material superficial (Le Cœur et Gautier, 1996). Este processo difere em função das condições de ocorrência. Pode ocorrer de forma laminar, quando adquire a forma de lente de lama descendente no conjunto da vertente, é pouco espessa (0,50 a 2,00m), e pode ser interceptada pela vegetação na parte de seu enraizamento, gerando bossas na superfície. Em áreas de forte declividade, o movimento se decompõe em pequenos deslizamentos escalonados, expressos por "bancos" descontínuos de altura e largura decimétricos. Tal solifluxão em terrassetes é acentuada pelo pisoteio do gado

Reptação (creeping) - movimento elementar que resulta do deslocamento milimétrico das partículas. É lento, quase imperceptível, sendo mais acentuado em superfície e quase nulo

em subsuperfície (Derruau, 1967; Guidicini & Nieble, 1983; Le Cœur et Gautier, 1996). Sua ocorrência na região geralmente está associada ao pisoteio do gado, ao crescimento de raízes e, principalmente, devido à alternância – expansão e contração das partículas - promovidas respectivamente por umedecimento e ressecamento do solo. O lento movimento só é percebido através de deformações em árvores, cercas e rodovias que perdem o seu alinhamento.

Deslizamento - movimento rápido que afeta volumes consideráveis sobre o conjunto de uma vertente, sempre em presença de água, provocado por ruptura do equilíbrio da vertente, que pode ser desencadeada pela saturação da cobertura, agindo como lubrificante ao longo do plano de cisalhamento (Derruau, 1967; Guidicini & Nieble, 1983; Le Cœur et Gautier, 1996;).

Para Le Cœur (1996:161), esses processos conferem às vertentes uma topografia caótica, marcada por cicatrizes e rupturas.

O diagnóstico das condições físicas do meio físico do município realizado por Gasparetto et al. (1995:16 – inédito) revelou que os sulcos, ravinas e voçorocas, bem como os movimentos de massa do solo, são os processos erosivos mais comuns na região, e os principais responsáveis pela instabilidade das vertentes.

A instalação e o desenvolvimento dos processos erosivos, sejam eles lineares ou em massa, interferem na evolução do relevo, pois causam, principalmente os últimos, evolução rápida porém descontínua, opondo períodos de preparação e breves momentos de desencadeamento dos processos. Implicam deslocamento e reorganização dos materiais na paisagem, isto é, a morfogênese sobrepõe-se à pedogênese, fornecendo-lhe um quadro dinâmico como pode ser constatado através da análise estrutural da cobertura pedológica apresentada no próximo capítulo.

CAPÍTULO III: ANÁLISE ESTRUTURAL DA COBERTURA PEDOLÓGICA NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO

O interflúvio, que corresponde à área de estudo, apresenta diferentes formas de vertentes e de sistemas pedológicos, justificando sua escolha como área representativa do compartimento morfopedológico de Nova Esperança (item I.3.2). Tal escolha baseou-se também em fotos aéreas⁷, Carta Topográfica⁸ (IBGE, 1972), Carta de Solos (EMBRAPA/IAPAR, 1984), Mapa de Aptidão Agrícola (Larach et al., 1974), e principalmente na Carta Geotécnica de Nova Esperança (Gasparetto, et al., 1996-Inédito) e levantamentos de campo.

O estudo detalhado dos solos realizado nesse interflúvio, dito unidade elementar de paisagem, permite o conhecimento da hierarquia das suas estruturas ou escalas de organização, isto é, da ordem na qual as organizações aparecem no espaço e no tempo, tanto para organizações macro como micromorfológicas (Chauvel, 1976⁹ *apud* Oliveira, 1997). Permite-se assim compreender e avaliar as características pedológicas e sua distribuição espacial na paisagem.

O estudo dos solos deu-se em transectos ao longo das vertentes, doravante denominados **topossequências**, conforme Boulet, *et al.* (1982 a, b, c) e Ruellan (1989). Constitui-se na primeira etapa (fase analítica) da abordagem consagrada como “*Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*”, que consiste no estudo morfológico detalhado, isto é, na análise bidimensional da cobertura pedológica em trincheiras ao longo de uma vertente. Nesta pesquisa foram abertas inicialmente seis (6) trincheiras e depois mais duas, em pontos diferentes da vertente, modificando um pouco os procedimentos apresentados em Boulet, *et al.* (1982 a, b, c) e Ruellan (1989), que prevêm primeiro as sondagens a trado e depois a locação

⁷ Fotografias Aéreas nº 2864, 2865, 2866 (1:25.000) – 1980 – ITC PR

⁸ Carta do Brasil – 1:50.000 – Nova Esperança – 1972; Folha SF – 22 – Y – D – I – 2 ; Fundação IBGE – Ministério do Planejamento e Coordenação Geral – Dpto. de Cartografia

⁹ CHAUVEL. A. (1976). *Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées*. Trav. et Doc., 62. 532p (Tese – Doutorado), Univ. de Strasbourg, ORSTOM.

de trincheiras a partir de três pontos diferentes: topo, sopé e meia encosta, sendo o número de trincheiras definido pelas variações morfológicas laterais apresentadas pela cobertura. Além das oito (8) trincheiras foram intercalados vários outros pontos através de sondagem a trado, cujo número e proximidade foram determinados pelas variações laterais¹⁰.

A segunda etapa, referente à fase sintética, consiste em agrupar ordenadamente os dados da primeira, através da representação em plano, corte e bloco diagrama da cobertura pedológica. A representação em isolinhas (linhas de isodiferenciação) indica a dinâmica dos sistemas, isto é, o aparecimento e desaparecimento de horizontes¹¹ pedológicos, geralmente representados em escala menor (1:25.000).

A análise da cobertura pedológica da área em estudo será apresentada em partes, conforme prevê esta abordagem. A *primeira parte* (III.1), dita fase analítica, apresenta os resultados do estudo detalhado da organização bidimensional (Boulet et al., 1982 a, b; Ruellan, 1989), abordada em escala de detalhe – até 1:5.000; e na *segunda parte* (III.2), considerada a fase sintética, apresenta-se a organização tridimensional (Mapa de Isodiferenciação), em escala 1:10.000 (Boulet, et al., 1982 b, c).

III.1 – A Organização Bidimensional do Interflúvio

A organização bidimensional da cobertura pedológica deste interflúvio resultou da aplicação dos procedimentos referentes à primeira etapa da *Análise Estrutural*, descritos em Boulet, *et al.* (1982 a, b) e Ruellan (1989), em dez (10) toposseqüências: duas localizadas ao longo das linhas de maior declive (Topos. 1 - São Felipe e a Topos.5), uma no eixo de drenagem (Topos. 6), e as demais em vertentes mais curtas, conforme demonstra o Mapa de Localização das Toposseqüências - Mapa 4.

O levantamento detalhado com descrições em trincheiras foi efetuado somente na **Toposseqüência 1 (São Felipe)**, por apresentar forma de vertente e sistema pedológico

¹⁰ Maiores detalhes ver : BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X. et LUCAS, Y. (1982a).

BOULET, R.; HUMBEL, F. X. et LUCAS, Y. (1982b).

BOULET, R.; HUMBEL, F. X. et LUCAS, Y. (1982c).

¹¹ “Os horizontes são entendidos como volumes que se superpõem e se relacionam tanto historicamente quanto em relação à dinâmica atual” (Fernandes Barros, 1985:12)

representativos do compartimento de Nova Esperança. As demais foram investigadas a trado. A descrição morfológica dos perfis (verticais), entendidos como amostra do solo¹² (Fernandes Barros, 1985), seguiu os critérios descritos em Lemos & Santos (1978) com maior detalhe nas transições e feições particulares da cobertura; estão no Quadro 3.

As características analíticas das propriedades físicas necessárias à definição precisa dos horizontes pedológicos foram obtidas através das análises¹³ de *granulometria e argila natural (dispersa em água)* das amostras deformadas (coletadas nas paredes das trincheiras), e *densidade de solo e de partículas* das amostras indeformadas (coletadas em anéis).

A *granulometria* realizadas de acordo com o método da pipeta, segundo procedimentos descritos em Jorge (1985), cujos resultados são apresentados no Quadro 4, permitiu determinar a distribuição das partículas sólidas do solo nas seguintes classes de fração: areia grossa (0 a 0,250 mm); areia fina (0,250 a 0,053 mm); silte grosso (0,053 a 0,02 mm); silte fino (0,02 a 0,002 mm) e argila ($\leq 0,002$ mm) (Escala de Wentworth (1922) simplificada), definindo a classe textural dos horizontes e dos solos.

A *argila natural/dispersa em água* (Quadro 4) foi determinada também através de pipetagem, sem o uso de dispersante, conforme Jorge (1985). Tais resultados permitiram a determinação do grau de floculação¹⁴ e de dispersão¹⁵.

A *densidade do solo (ds)* e *das partículas (dr)* apresentadas no Quadro 5 foram determinadas pelo método do cilindro e do picnômetro (Jorge, 1985), respectivamente. Permitem estabelecer a relação entre a massa seca dos sólidos e o volume total ($ds/g\ dm^{-3}$), e entre a massa de sólidos e seu volume ($dr/g\ dm^{-3}$) (Cunha, 1996: 41).

Os dados analíticos foram decisivos na determinação dos horizontes pedológicos e suas variações, principalmente no setor de jusante, onde as características macromorfológicas observadas nas descrições não foram suficientes para identificar as areias quartzosas.

O estudo das dez (10) toposseqüências assinalaram o predomínio de quatro horizontes pedológicos:

- horizonte superficial Ap, arenoso

¹² Esta concepção difere daquela dos mapeamentos clássicos de solo, onde o **perfil** é considerado como *unidade elementar de mapeamento*, trazendo consigo a idéia de anisotropia vertical (Fernandes Barros, 1985: 19).

¹³ Realizadas no Laboratório de Pedologia e Sedimentologia da Universidade Estadual de Maringá - PR.

¹⁴ Grau de dispersão: $100(\text{argila total}) - \text{argila dispersa em água} / \text{argila total}$

¹⁵ Grau de dispersão: $100 - \text{grau de floculação}$

- horizonte subsuperficial de eluviação E, arenoso
- horizonte textural Bt, argilo-arenoso à argiloso
- horizonte latossólico Bw, franco arenoso

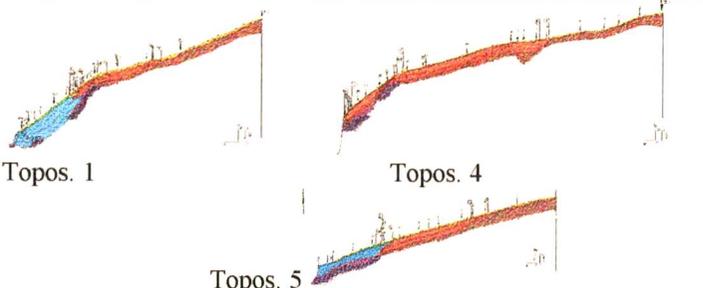
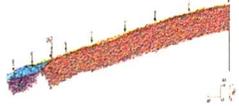
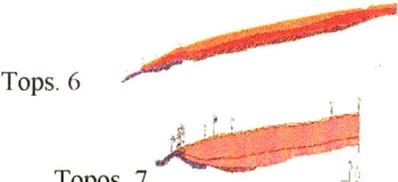
A disposição espacial diferenciada de tais horizontes revelaram uma cobertura pedológica composta por cinco (5) sistemas pedológicos dispostos em diferentes formas de vertente, conforme demonstra o Quadro 2. Da análise da morfologia do relevo, detalhada pelo levantamento topográfico detalhado¹⁶, da espacialidade dos horizontes pedológicos, e a fotointerpretação apoiada nos levantamentos de campo, resultou a segmentação/setorização do interflúvio (Figura 1) em :

- ***segmento de montante*** - definido do topo até o aparecimento do horizonte Bt, que coincide com a ruptura convexa suave de montante;
- ***segmento de média vertente*** - corresponde ao trecho onde se encontra o horizonte Bt, isto é, entre a ruptura convexa suave de montante e a forte de jusante;
- ***segmento de jusante*** - estende -se da ruptura convexa forte até o fundo do vale;
- ***Cabeceiras de drenagem***

A seguir são apresentadas as topossequências, caracterizando a primeira fase da análise da cobertura, descritas e analisadas ressaltando não só a organização pedológica como também sua posição e distribuição na paisagem. A apresentação das topossequências segue a ordem de enumeração indicada no Mapa 4,. Desta forma é possível acompanhar as variações laterais da cobertura pedológica de acordo com a morfologia das vertente.

¹⁶ Levantamento topográfico realizado com Estação Total em outubro de 1999.

Quadro 2: Distribuição dos sistemas Pedológicos no Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco

Topossequência	Forma de Vertente		Sistemas Pedológicos	Representação Bidimensional dos Sistemas Pedológicos
1 (São Felipe), 4 e 5	Convexo-côncava (com ruptura de declividade)		Latosolo – Solo Podzólico – Areia Quartzosa – Solo Hidromórfico	
9	Convexa retilínea	Relacionadas a vales em berço e cabeceiras de drenagens	Latosolo – Areia Quartzosa	
2 e 3	Convexa -côncava		Latosolo – Solo Podzólico - Latossolo	
10	Convexa suave (curta)		Latosolo – Solo Podzólico – Solos Rasos	
8	Convexo-côncava (com ruptura de declividade)			
6 e 7	Convexa		Solo Podzólico – Solos Rasos	

TOPOSSEQÜÊNCIA 1 (São Felipe)

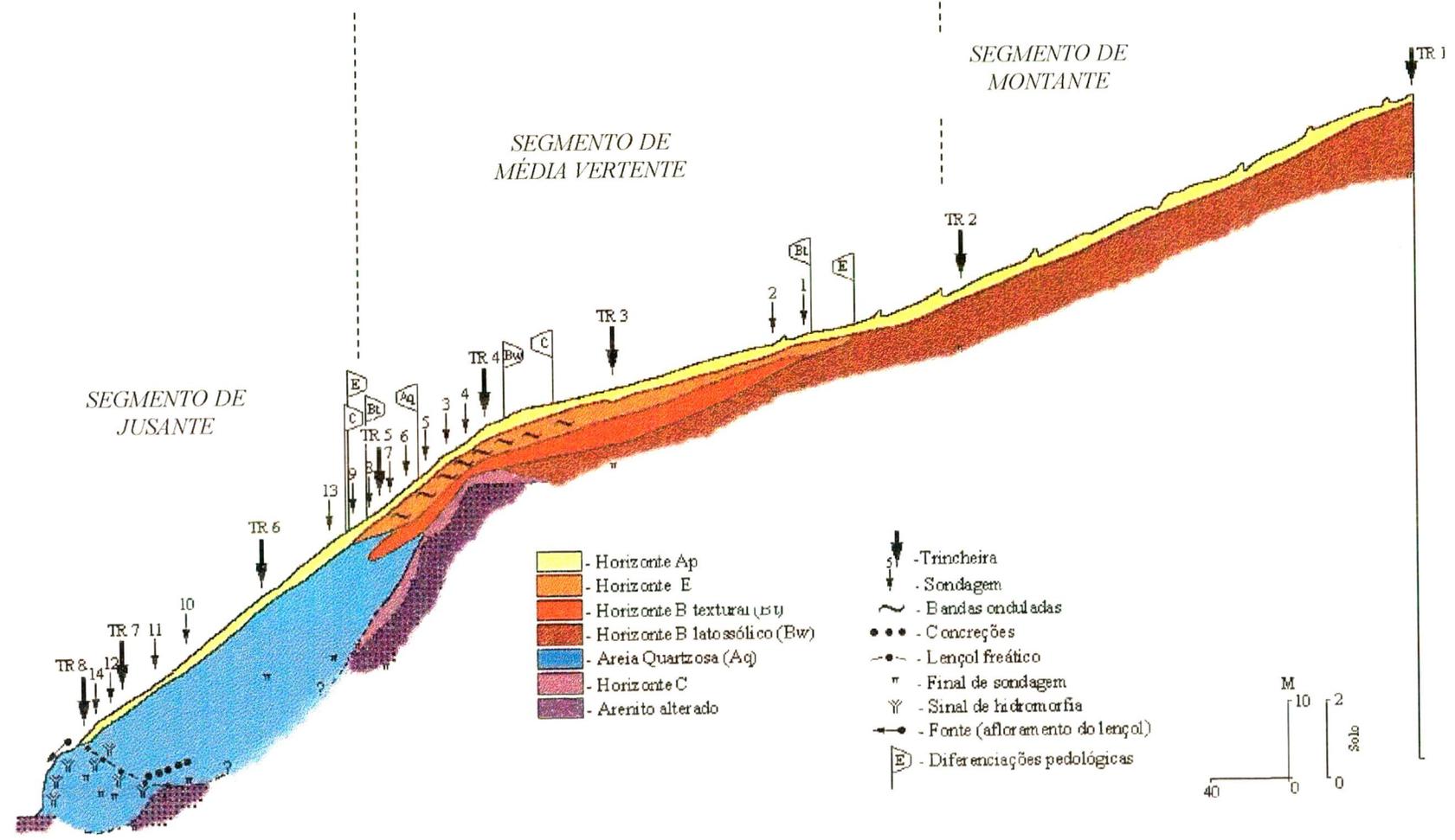
A) Setorização Morfopedológica

A Toposseqüência 1 (São Felipe) se inicia na média alta vertente, aproximadamente a 525 m de altitude, estendendo-se até a margem do Ribeirão Água do São Francisco (Mapa 5). É longa, 728 m de extensão, com desnível topográfico em torno de 100 m. Possui forte ruptura de declividade na média alta vertente (Figura 2), conferindo forma convexa retilínea desta até o topo, e côncava acentuada à sua jusante.

Com base na forma e na distribuição dos pacotes pedológicos e na morfologia do relevo, dividiu-se a vertente em três *segmentos morfopedológicos*, assinalados na Figura 2:

- *segmento de montante* - com forma convexa, baixa declividade (<6 %). Estende-se do topo até a sondagem 1, com predomínio absoluto da cobertura latossólica com distribuição vertical e lateral dos horizontes Ap e B latossólico (Bw) típicos. Neste segmento estão localizadas as trincheiras (TR) 1 e 2.
- *segmento de média vertente* - compreendido entre a sondagem 1 e 9, apresenta forma retilínea passando a côncava, abaixo da TR4. Nesta porção, a cobertura podzólica dominante é composta verticalmente de horizonte Ap, E (eluvial), B textural (Bt), Bw e C (rocha muito alterada). Encontram-se nesse segmento as TR3 e 4 e as sondagens 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.
- *segmento de jusante* - estende-se da sondagem 9 até o fundo do vale. Apresenta seqüência vertical de Ap, areia quartzosa (Aq), compondo o domínio das Areias Quartzosas. A forma observada é ligeiramente côncava, retilínea sob forte declividade.

TOPOSSEQUÊNCIA 1 (SÃO FELIPE) Nova Esperança - PR



Org. e confec. :Marcia Regina Calegari, 2.00

Figura 2: Topossequência 1 (São Felipe)

Conforme demonstra o Mapa 4, a cultura de amora, instalada no início da década de 90 (fonte oral¹⁷), recobre esta vertente em sua quase totalidade, com exceção do segmento de jusante que apresenta cobertura vegetal composta pela mata associada à capoeira. Trata-se de uma vegetação secundária recentemente reconstituída, pois a vegetação primária (Floresta Tropical) foi completamente derrubada no início da ocupação da área (1955), conforme pode ser constatado em fotos aéreas de 1963 e depoimento dos moradores mais antigos.

B) Organização Bidimensional

A organização bidimensional dos horizontes evidenciou significativas variações verticais e laterais das características texturais e principalmente estruturais, do sistema pedológico revelado na Toposseqüência 1 (São Felipe), composto de montante para jusante de Latossolo – Solo Podzólico – Areia Quartzosa – Solo Hidromórfico (Figura 2). Conforme a segmentação morfopedológica acima, a cobertura pedológica comporta-se como especificado adiante.

Predomínio da cobertura latossólica no ***Segmento de montante***, com distribuição lateral e vertical dos horizontes Ap e B latossólico (Bw) típicos, macromorfologicamente definidos ao longo de todo este segmento (Figura 2).

O ***horizonte Ap*** apresenta textura arenosa, é de modo geral pouco espesso, varia de montante para jusante entre 26 e 37 cm, assim como sua cor que mantém-se entre vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) e vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3 /4) (Quadro 3). A estrutura observada é subangular em situação de topo e alta vertente, variando lateralmente para granular muito pequena e fraca nas adjacências da TR2. É friável, com agregados instáveis, de consistência não-plástica e não-pegajosa, transicionando de forma plana difusa para o volume B latossólico (Bw) subjacente.

¹⁷ Sr. Antônio Francisco da Silva, administrador da Fazenda São Nicolau.

Quadro 3: Síntese das Características Morfológicas dos Solos da Topossequência 1 (São Felipe) – Nova Esperança – Pr

Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Porosidade	Consistência	Ativ. Biológica	Raízes	Transição	Feições
TRINCHEIRA 1									
0 – 20	2,5 YR 3/6	Areia	Subangular, peq. fraca, friável	Comum	Não plástico, não pegajoso	Comum	Poucas, finas, e fasciculadas	Plana e difusa	- Pedotúbulos
20 – 110	2,5 YR 3/4 3/6	Franco-arenosa	Microagregada (subangular muito fraca)	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes, médias, pivotantes	Difusa e plana	- Areia lavada, fragm. de carvão; galerias formadas por vários macroporos (3 em de diâm.)
110 – 200+	2,5 YR 3/6	Franco-arenosa	Microagregada	Abundante	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes finas, fasciculadas	Difusa e plana	- Carvão vegetal; lamelas de areia lavada, canais com paredes lisas e brilhantes
TRINCHEIRA 2									
0 – 37	2,5 YR 3/4	Areia	Granular (muito pequena, fraca)	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes, finas fasciculadas e piv.	Ondulada e gradual	- Carvão veg.; manchas avermelhadas; nichos preench. (material escuro); areia lavada
37 – 118	2,5 YR 3/4	Areia-franca	Microagregada (subangular muito fraca)	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes, finas fasciculadas e piv.	Plana e difusa	- Carvão veg.; fragm. e rocha; manchas avermelhadas; nichos preench. (material escuro);
118 – 150+	2,5 YR 4/4	Areia-franca	Microagregada	Abundante	Não plástico, não pegajoso	Ausente	Poucas, finas fasciculadas e piv.	Plana e difusa	- Carvão veg.; areia lavada, canais de antigas raízes preench. por material escuro
TRINCHEIRA 3									
0 – 40	5 YR 4/4	Areia	Granular (muito pequena, fraca)	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes, finas e médias piv.	Ondulada e clara	- Areia lavada, bolsões de areis, nichos preench.; manchas avermelhadas
40 – 92	2,5 YR 3/6	Areia	Maciça porosa, grãos soltos	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes, finas e médias piv.	Plana e clara (água livre)	- Bandas onduladas paralelas contínuas com base mais compactada, nichos preench.
92 – 166	2,5 YR 4/4	Franco-arenosa	Subangular média, fraca	Boa	Ligeir. plástico e lig. Pegajoso	Comum (cupins)	Poucas, finas, pivotantes	Plana e difusa	- Cerosidade; bolsões preench. por material friável, carvão veg.; antigos canais preench.
166 – 187	2,5 YR 3/6	Franco-argilo-arenosa	Subangular desfaz-se em microagreg.	Abundante	Não plástico, não pegajoso	Comum	Ausente	Plana e difusa	- Areia lavada, carvão vegetal
187 – 200 +	2,5 YR 4/6	Areia-franca	Microagreda	Abundante	Não plástico, não pegajoso	Comum	Ausente	_____	- Areia lavada
TRINCHEIRA 4									
0 – 15	2,5 YR 4/6	Areia	Granular (muito pequena, fraca)	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (cupins e formiga)	Abundantes, finas fasciculadas	Gradual e ondulada	- Areia lavada, carvão veg.; nichos preench.; manchas avermelhadas
15 – 85	2,5 YR 3/4	Areia	Maciça porosa, grãos soltos	Boa	Não plástico, não pegajoso	Comum (formiga)	Abundantes, finas fasciculadas	Gradual e ondulada	- Bandas onduladas, areia lav., carvão veg.; nichos preench.
85 – 120	2,5 YR 3/4	Franco-argilo-arenosa	Subangular à angular média, moderada	Boa	Plástico e pegajoso	Comum (cupins)	Abundantes, finas fasciculadas	Gradual e ondulada	- Boa cerosidade, pedotúbulos, nichos e canais de antigas raízes preench.
120 – 160 +	2,5 YR 4/4	Franco-arenosa	Subangular média, moderada	Abundante	Lig. Plástico e lig. Pegajoso	Comum (cupins e formiga)	Poucas, finas fasciculadas	_____	- Cerosidade incipiente, nichos de animais, fragm. de rocha alt.

Org. e confecção: Calegari, 2.000

Quadro 3 (continuação): Síntese das Características Morfológicas dos Solos da Topossequência I (São Felipe) – Nova Esperança – Pr

Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Porosidade	Consistência	Ativ. Biológica	Raízes	Transição	Feições
TRINCHEIRA 5									
0 – 27	2,5 YR 3/4	Areia	Granular, pequena fraca	Boa	Não plástico não pegajoso	Comum (cupim)	Abundante, finas, médias fasciculada e pivotantes	Clara e ondulada	-Carvão vegetal, areia lavada, nichos de animais preenchidos de matéria orgânica
27 – 80	5 YR 4/6	Areia	Maciça porosa, grãos soltos	Boa	Não plástico não pegajoso	Comum (cupim e formiga)	Abundante, finas, médias fasciculadas e pivotantes	Ondulada e abrupta	- Areia lavada, manchas avermelhadas e banda onduladas
80 – 110	2,5 YR 4/6	Areia – franca	Subangular, pequena média moderada	Boa	Lig. Plástico e lig. Pegajoso	Comum (cupim)	Poucas, médias se pivotantes	Ondulada e gradual	- cerosidade incipiente, nichos preenc. Agregados mais endurecidos, areia lavada
110 – 150+	2,5 YR 4/6 4/8	Franco-arenoso	Microagregada	Boa	Não plástico e não pegajoso	Comum (cupim)	Poucas, médias se pivotantes	—————	- Areia lavada, pequ. agregados mais endurecidos
TRINCHEIRA 6									
0 – 40	5 YR 3/4	Areia	Granular, pequena fraca.	Boa	Não plástico, não pegajoso	Abundantes (cupins e form)	Abundantes, média e finas, piv. e fascic.	Plana e gradual	-Areia lavada, nichos preenchidos, carvão vegetal
40 – 135+	2,5 YR 3/6	Areia-franca	Microagregado, bastante friável	Comum	Idem	Comum (cupim)	Abundante, finas fasciculadas	—————	-Areia lavada, nichos preenchidos, carvão vegetal
TRINCHEIRA 7									
0 – 18	7,5 YR 4/4	Areia	Granular pequena, muito fraca	Boa	Não plástico, não pegajoso	Abundante (cupins e formiga)	Abundantes, finas fasciculadas pivotantes	Plana ondulada e gradual	-Concreções ferruginosas alteradas, areia lavada, nichos preenchidos
18 – 50	7,5 YR 4/4	Areia	Idem	Boa	Idem	Comum	Abundantes, finas fasciculadas	Ondulada gradual	-Manchas de matéria orgânica, areia lavada, concreções
50 – 150+	7,5 YR 4/6	Areia-franca	Maciça porosa	Boa	Idem	Idem	Médias pivotantes, poucas	—————	-Areia lavada ao longo das raízes e em bolsões
TRINCHEIRA 8									
0 – 10	7,5 YR 3/0	Areia	Areia solta	—————	Ausente	Comum (formiga)	Abundantes, finas fasciculadas e pivotantes	Gradual	-Ausente
10 – 80+	7,5 YR 7/2	Areia	Idem	—————	Idem	Ausente	Idem	—————	-Sinais de hidromorfia na base do volume

O *horizonte Bw* espesso (>150 cm) apresenta textura franco arenosa (TR1) a areia-franca (TR2), mantém-se praticamente homogêneo, apresentando sensível acréscimo de pequenos carvões vegetais (<2cm de diâmetro). A jusante, projeta-se sob o volume B textural (Bt) do segmento de média vertente.

O **Segmento de média vertente** (Figura 2) assinala distribuição vertical de horizonte Ap, E (eluvial), Bt, Bw e C, definindo a cobertura podzólica deste setor. Neste segmento, segundo fonte oral¹⁸, até o início dos anos 80 existiam pequenas incisões erosivas (<50 cm), que foram obliteradas pelas máquinas. Tal área encontra-se assinalada no Mapa de Isodiferenciação como *área alterada 3*, e não interferiu na configuração do “*continuum*” pedológico desta topossequência.

O *horizonte Ap* conserva, lateral e verticalmente praticamente as mesmas características e proporções do segmento anterior (Quadro 3). Apresenta ligeira mudança de cor, passando a bruno-avermelhado (5 YR 4/4), e significativas perdas de materiais finos (silte e argila - Quadro 4). Aqui a transição vertical para o horizonte subsuperficial eluvial (E) é ondulada e gradual .

Este *horizonte eluvial* surge pouco acima da sondagem 2, concordante com a topografia atual, desenvolvendo-se a jusante, até a sondagem 9 (Figura 2), onde desaparece em forma de cunha. Apresenta estrutura maciça porosa (grãos soltos) e agregados instáveis, textura arenosa e cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) a vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/4) (de montante para jusante). Em meio a matriz arenosa destacam-se as bandas onduladas (Castro, 1989, Santos, 1995) contínuas, planoparalelas ao horizonte, com espessura entre 2 e 5 cm, que são encontradas a partir da TR 3, até o final deste horizonte, sendo mais nítidas na TR 4. Ligeiramente mais argilosas e estruturadas que a matriz, apresentam coloração mais clara no topo. É no seu contato basal com a matriz que se observa maior porosidade (Quadro 3). Ao longo de todo o contato E/Bt (sentido vertical), que ocorre de forma plana clara e abrupta, respectivamente de montante para jusante, tem-se a presença de água livre. A quantidade de água livre é maior nas proximidades da

¹⁸ Wander R. O. de Matos. Engenheiro Agrônomo da Kanebo-Silk do Brasil S/A.

Quadro 4: Síntese das Características Granulométricas da Topossequência 1 (São Felipe) – Nova Esperança (PR)

Horiz.	Profundidade		Granulometria						Argila Natural	Grau de Floc.	Classe Textural (USDA)
	Horizonte	Coleta	Areia Grossa	Areia Fina	Silte Grosso	Silte Fino	Silte Total	Argila			
	Cm		%								
Trincheira 1 – Latossolo Vermelho-Escuro											
Ap	0 – 26	13	23,79	63	1,35	2	3,35	9,85	3,15	68,02	Areia
Bw1	26 – 110	50	18,79	59,87	0,57	2,3	2,87	18,45	4,45	75,88	Franco-arenoso
Bw2	110 – 220+	160	20,02	57,78	2,14	1,2	3,34	18,85	4,05	78,51	Franco-arenoso
Trincheira 2 – Latossolo Vermelho-Escuro											
Ap	0 – 37	12	22,72	67,67	2,29	1,9	4,19	5,4	2,05	62,04	Areia
Bw1	37 – 118	45	33,82	54,47	1,65	1,7	3,35	8,35	2,95	64,67	Areia
		75	33,24	53,705	2	1,5	3,5	9,55	2,9	69,63	Areia-franca
Bw2	118 – 150+	130	33,15	52,29	2,24	0,95	3,19	11,35	3,85	66,08	Areia-franca
Trincheira 3 – Solo Podzólico Vermelho-Amarelo											
Ap	0 – 40	20	12,69	81,03	2,77	1,05	3,82	2,45	1	59,18	Areia
Banda		65	12,86	72,79	2,19	1,35	3,54	10,8	4,25	60,65	Areia-franca
		110	13,04	68,48	2,91	1,75	4,66	13,8	3,9	71,74	Franco-arenoso
E	40 – 92	65	12,65	79,12	2,02	2,15	4,17	4,05	1,5	62,96	Areia
		130	9,74	67,57	3,22	1,55	4,77	17,9	3,1	82,68	Franco-arenoso
Bt	92 – 166	130	11,4	63,9	2,43	2,1	4,53	20,15	6,5	67,74	Franco-argilo-arenoso
		170	12,1	71,07	2,21	1,5	3,71	13,1	6,75	48,47	Areia-franca
Bw1	166 – 187	170	10,39	71,67	2,67	1,95	4,62	13,3	4,2	68,42	Areia-franca
Bw2	187 – 200+	190	10,39	71,67	2,67	1,95	4,62	13,3	4,2	68,42	Areia-franca
Trincheira 4 – Solo Podzólico Vermelho-Amarelo											
Ap	0 – 15	10	11,81	78,11	3,97	2,45	6,42	3,65	4,25	16,44	Areia
E	15 – 85	40	8,92	82,54	4,12	1,45	5,57	2,95	1,75	40,68	Areia
		40	12,83	74,52	5,34	2,7	8,04	5,1	1,55	69,61	Areia
Bt	85 – 120	95	10,65	56,36	6,1	1,45	7,55	25,3	2,15	91,50	Franco-argilo-arenoso
Bw	120 – 160+	130	8,35	62,29	6,65	6,2	12,85	16,5	8,7	47,27	Franco-arenoso
Trincheira 5 – Transição Solo Podzólico/Areia Quartzosa											
Ap	0 – 27	15	10,08	80,42	4,37	2,2	6,57	2,92	0,5	82,88	Areia
Banda		60	12,67	75,05	3,48	1,4	4,88	7,37	2,05	72,18	Areia
		50	11	81,35	3,82	1	4,82	2,82	0,35	87,59	Areia
E	27- 110	90	9,88	72,57	5,37	0,055	5,425	11,62	2	82,79	Areia-franca
		150	7,93	72,26	4,4	0,35	4,75	14,97	3,2	78,62	Franco-arenoso
		250	12,3	67,78	3,83	1,1	4,93	14,97	3,35	77,62	Franco-arenoso
		300	10,29	68,63	4,64	1,45	6,09	14,97	2,95	80,29	Franco-arenoso
Bt	110-320	320	10,79	68,81	5,12	1,55	6,67	13,72	2,05	85,06	Franco-arenoso
		350	10,49	71	4,72	3,55	8,27	10,22	1,6	84,34	Areia-franca
		410	16,22	63,65	6,05	6,45	12,5	7,62	2,05	73,10	Franco-arenoso
Aq	320-440	440	20,25	56,22	6,85	12,8	19,65	3,87	1,6	58,66	Areia-franca
Rocha Alterada											
Trincheira 6 – Areia Quartzosa											
Ap	0 – 40	20	11,97	76,2	1,06	4,1	5,16	6,65	5,55	16,54	Areia
Aq	40 – 135+	80	13,34	73,38	1,09	3,02	4,11	9,15	2,65	71,04	Areia-franca
		135	13,706	75,14	1,59	1,7	3,29	7,87	2,55	67,60	Areia
Trincheira 7 – Areia Quartzosa											
Ap	0 – 18	10	21,72	70,21	2,09	2,05	4,14	3,92	1,15	70,66	Areia
Aq	18 – 50	30	21,27	68,95	3,2	2,2	5,4	4,37	2,7	38,22	Areia
		100	21,89	70,21	2,12	1,8	3,92	3,97	2,85	28,21	Areia-franca
		165	18,15	70,26	2,66	1,15	3,81	7,77	2,5	67,82	Areia-franca
Arenito Alterado		300	33,6	37,59	3,53	0,8	4,33	24,47	10,55	56,89	Franco-argilo-arenoso
Trincheira 8 – Areia Quartzosa Hidromorfizada											
Ap	0 – 10	5	25,18	67,94	4,26	1,45	5,71	1,17	0,15	87,18	Areia
Aq	10 – 80+	45	25,22	70,42	2,72	1,25	3,97	0,37	0,05	86,49	Areia

Quadro Síntese 5 : Características de Densidades dos Solos da Topossequência 1 (São Felipe) – Nova Esperança (PR)

Volume	Profundidade de coleta	Densidade		Porosidade Total
		Solo	Partículas	
	Cm	(g cm ⁻³)		%
Trincheira 1 – Latossolo Vermelho-Escuro				
Ap	16	1,43	2,56	42,8
Bw ₁	65	1,22	2,5	51,2
Bw ₂	137	1,24	2,53	50,98
Trincheira 3 – Solo Podzólico Vermelho-Amarelo				
Ap	20	1,25	2,59	51,73
Banda	65	1,26	2,59	51,35
E	65	1,28	2,53	49,40
Bt	110	1,33	2,53	47,43
	130	1,32	2,46	46,34
	150	1,38	2,46	43,90
Bw	170	1,31	2,56	48,82
	190	1,29	2,53	49,01
Trincheira 4 – Solo Podzólico Vermelho-Amarelo				
Ap	10	1,34	2,63	49,04
E	40	1,27	2,63	51,71
Bt	95	1,32	2,53	47,82
Bw	130	1,36	2,59	47,49
Trincheira 5 – Transição Solo Podzólico/Areia Quartzosa				
Ap	15	1,23	2,56	51,95
E	55	1,21	2,59	53,28
Bt	90	1,28	2,56	50
Aq	150	1,17	2,53	53,75
Trincheira 6 – Areia Quartzosa				
Ap				
Aq	80	1,22	2,59	52,89
	135	1,21	2,59	53,28
Trincheira 7 – Areia Quartzosa				
Ap	10	1,18	2,56	53,90
	30	1,15	2,59	55,59
Aq	100	1,14	2,59	55,98
	165	1,19	2,63	54,75

ruptura de declive (Figura 2). Lateralmente este volume passa de forma gradual ao pacote de areia quartzosa.

O *horizonte B textural (Bt)*, franco-argilo-arenoso, acompanha a topografia deste segmento, apresenta ganho de argila em sentido vertical e principalmente lateral até a ruptura, e um ligeiro decréscimo a partir desta, conforme ilustram os gráficos das TR 3, 4 e TR 5 respectivamente. É muito plástico e pegajoso, com estrutura subangular média a forte, com

agregados estáveis. Uma cerosidade significativa recobre os pequenos agregados, sendo mais expressiva nas adjacências da TR 4. A porosidade constatada (macroporos) em boa quantidade é predominantemente fissural. A partir da ruptura de declive (Figura 2) constata-se passagem gradual deste horizonte para o C e transiciona gradativamente Areia Quartzosa, a jusante.

O *horizonte Bw* preserva as mesmas características de montante, exceto em sua granulometria que acusa sensível ganho de argila em sentido lateral, e em sua espessura que diminui progressivamente até desaparecer em forma de cunha sobre o horizonte C na altura da TR4 (Figura 2), sendo a ruptura de declive seu limite jusante.

O **Segmento de jusante** é composto pela seqüência vertical de horizonte Ap, um espesso pacote de Areia Quartzosa e rocha pouco alterada, apresentando perdas laterais de argila bastante significativas.

O *horizonte Ap* bruno-amarelado (7,5 YR 3/4) apresenta espessura média de 20 cm e preserva as características morfológicas dos segmentos anteriormente descritos.

O pacote de *Areia Quartzosa*, espesso (>150cm), projeta-se a montante em forma de “*línguas*”, interdigitando-se com os horizontes Bt, E e C. Apresenta textura arenosa, teores de argila inferiores a 6%, definindo um espesso pacote friável, arenoso, formado predominantemente de areia fina (Gráfico da TR 6, 7 e 8). A cor varia respectivamente de vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) a 7,5 YR 4/4, 4/6 e 7/2 de montante para jusante, apresentando visível gradação das cores para tons cada vez mais claros e hidromorfizados (TR8). A hidromorfia esta relacionada com a presença de um pequeno banhado que ocupa os últimos metros dessa toposseqüência, com afloramento do lenço, constituindo-se em um setor altamente vulnerável aos processos erosivos, conforme destacam Gasparetto et al. (1995 – inédito).

O *horizonte C*, encontrado pouco acima da TR 4 a menos de 2 m de profundidade, apresenta cores arroxeadas e alaranjadas, próximas àquelas definidas pela rocha (arenito

Caiuá). Embora bastante intemperizado, neste horizonte constata-se a preservação de algumas feições em termos de estrutura e estratificação da rocha sã. Mantém espessura irregular, formando, como mostra a Figura 2, bolsões abaulados no contato basal com a rocha a partir da sondagem 6, alongando-se em sentido lateral, desaparecendo gradativamente. A partir da sondagem 9, o volume com estas características não é mais encontrado, prevalecendo apenas o pacote arenoso sobre a rocha.

O arenito propriamente dito aflora no leito do curso d'água, estando em alguns pontos recoberto por bancos de areia.

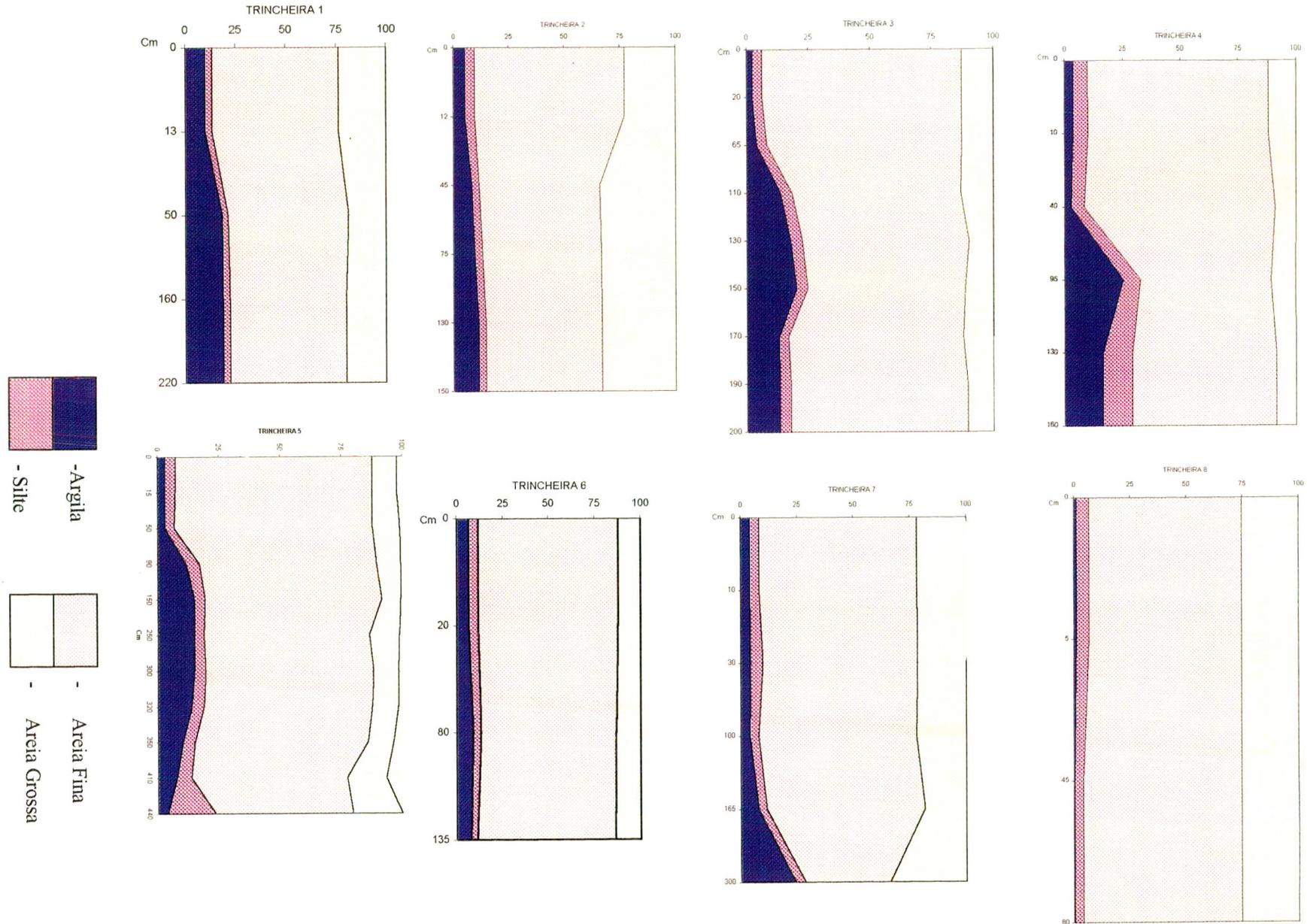
C) Análise dos resultados analíticos

As características analíticas dos horizontes pedológicos que compõem a cobertura pedológica deste interflúvio, representadas pela **Topossequência 1 (São Felipe)** e contidas nos quadros 3 e 4, referem-se as características granulométricas, argila natural/dispersa em água e densidades global de solo, e nos gráficos de distribuição vertical da granulometria .

Através destes dados pode-se observar:

- predomínio da fração areia fina em todos os volumes observados nas oito (8) trincheiras descritas e analisadas. Apresenta ganho lateral de montante para jusante em profundidade, principalmente na cobertura latossólica;
- maior porcentagem de areia grossa (>33%) é encontrada no horizonte Ap no segmento de montante (Latossolo), ao contrário da fração fina, esta apresenta ganho em profundidade na cobertura latossólica, e decréscimo lateral considerável;
- passagem abrupta dos horizontes arenosos superficial (Ap) e subsuperficial (E) para o Bt, acentuadamente na TR 4, onde os teores de argila variam de 2,95 para 25,3%;
- baixo gradiente textural entre os horizontes que compõem a cobertura
- latossólica de montante (TR1 e 2);

Distribuição Granulométrica Vertical Topossequência 1 (São Fepile)



- areia quartzosa com teor de argila inferior a 2% no fundo do vale, apresentando o decréscimo lateral acentuado desta fração em sentido jusante. Já a fração areia deste segmento, apresenta comportamento inverso; baixos teores de argila natural no conjunto da cobertura. Os maiores valores, na cobertura latossólica, corresponde ao horizonte Bw; e na cobertura podzólica são encontrados no Bt e no contato basal deste com o Bw, assim como nas bandas onduladas encontradas nas TR 3 e 4. Estes dados indicam que até a cobertura latossólica encontra-se em desequilíbrio;

De modo geral, pode-se dizer que as descrições de campo, comprovadas pelos dados analíticos indicam :

segmento de montante – cobertura latossólica homogênea, com pequeno decréscimo vertical e lateral de areia fina, seguido por ligeiro aumento de argila no Bw, em profundidade .

segmento de média vertente - assinala gradiente textural acentuado entre os horizontes superficiais arenosos (2,95% de argila) e o subsuperficial Bt (25% de argila), sobretudo na altura da ruptura de declive (Figura 2), seguido de decréscimo a jusante transicionando gradualmente para areia quartzosa.

segmento de jusante - apresenta as variações mais nítidas, principalmente as laterais, através da passagem da cobertura podzólica bem diferenciada para a areia quartzosa verticalmente homogênea, com diminuição vertical de argila e silte.

A cobertura dessa topossequência, assim como das demais descritas neste interflúvio, é composta predominantemente de areia, sendo que a fração fina corresponde em média a 70%, e a fração areia grossa, a 20 - 25 % dos constituintes do solo. O aumento vertical da fração argila na TR7, dentro do pacote arenoso, é justificado pela proximidade com a rocha alterada.

Acredita-se que a organização dos horizontes identificados nessa cobertura está diretamente relacionada ao comportamento hídrico ao longo da vertente, conforme assinalou Cunha (1996) e Cunha et al. (1999) em Umuarama (Noroeste do Paraná), onde as condições de topografia e organização do solo assemelham-se as encontradas em Nova

Esperança. Assim, baseando-se nos resultados deste autor, e de Salomão (1994) em Bauru, pode-se dizer que :

- predomina a infiltração vertical, no segmento de montante, favorecida pela homogeneidade em termos de textura e estrutura da cobertura latossólica;
- comprovado pela granulometria, o gradiente textural da cobertura podzólica indica significativas mudanças de estrutura e textura, bloqueando a circulação vertical, condicionando assim a presença de água livre no contato E/Bt, onde se constata uma camada menos permeável (Salomão, 1994), com sinais de hidromorfia.
- a presença de água livre pode estar indicando presença de fluxo lateral importante, tornando o segmento de média vertente (onde se concentra a ocorrência de tal fenômeno) mais vulnerável aos processos erosivos.
- no segmento de jusante, assim como em Cunha (1996) e Cunha et al.(1999), a circulação hídrica pode estar sendo intensificada pela declividade deste setor, que, aliada ao grau de dispersão dos finos, tem promovido o espessamento do pacote arenoso de jusante.

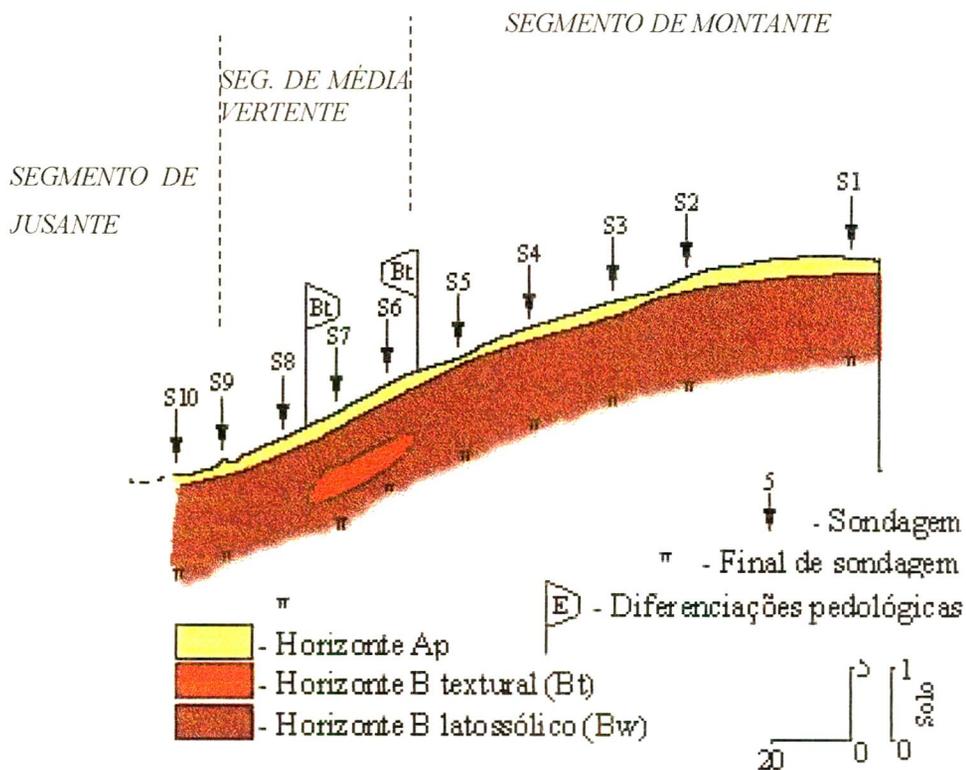
A geometria do sistema pedológico da Topossequência 1 (São Felipe) associada aos resultados analíticos obtidos, permite considerá-lo como um *sistema em desequilíbrio*, isto é, um sistema de transformação lateral, cujas transferências internas, em sentido lateral e vertical, conduzem a gênese e destruição de horizontes no interior dessa cobertura, concordantes com a topografia atual.

As considerações acima nos induzem a interpretar que a organização da cobertura dessa topossequência pode ser resultante da ação da topografia e da circulação hídrica (vertical e lateral), vindo ao encontro dos resultados obtidos por Cunha (1996) em Umuarama, que indicam ser a circulação hídrica a responsável pela freqüente redistribuição e reorganização dos materiais ao longo das vertentes.

TOPOSSEQUÊNCIA 2

Localizada no setor nordeste da área (Mapa 4), a Topossequência 2 se inicia na média alta vertente deste interflúvio, aproximadamente a 535 m de altitude, estendendo-se até o eixo de drenagem temporário (vale em berço), em torno de 520 m de altitude. Possui

TOPOSSEQUÊNCIA 2 Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 3: Topossequência 2

188 m de extensão, com desnível de 15m. Forma convexa-côncava, sendo convexa, com fraca declividade, até o segmento de jusante e côncava no sopé da vertente (Figura 3).

Apresenta sistema pedológico composto, de montante para jusante de Latossolo – Solo Podzólico – Latossolo, onde foram identificados macromorfologicamente três horizontes: Ap, Bt e Bw.

O *horizonte Ap* apresenta textura arenosa, cor entre vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/4) e vermelho-muito escuro-acinzentado (2,5 YR 2,5/4). Mantém espessura média de 15 cm e transição gradativa para o horizonte Bw subjacente.

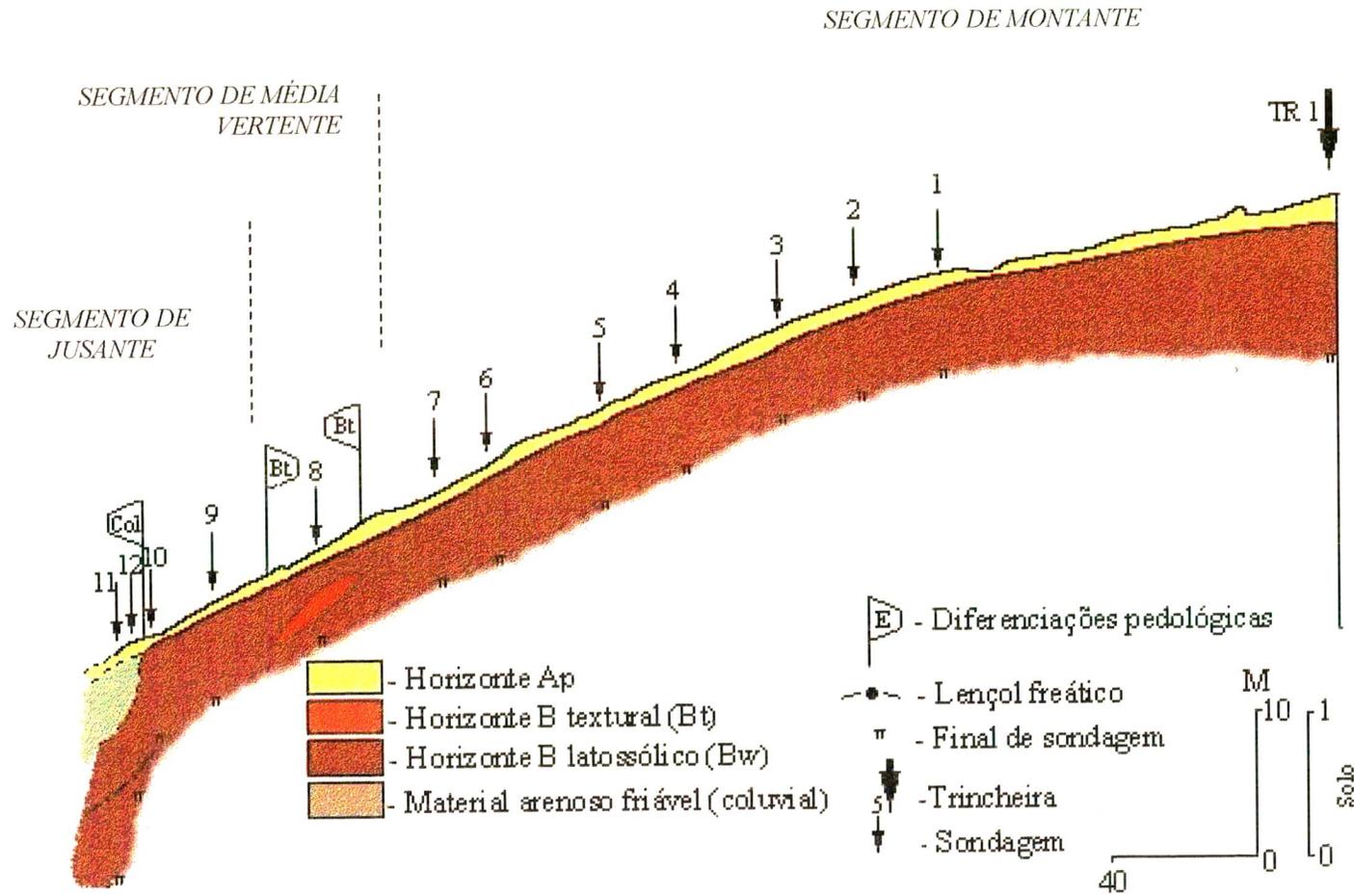
Este *horizonte Bw* distribui-se por toda a vertente, apresentando textura ligeiramente mais argilosa que o Ap que o recobre. É friável, com cor entre vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/4) e vermelho-escuro (2,5 YR 4/8). Na média alta vertente apresenta variação lateral progressiva para um horizonte em forma de cunha, que é ligeiramente mais argiloso e estruturado, menos friável, interpretado como horizonte de acumulação – *Bt* incipiente - de cor mais escura entre vermelho escuro-acinzentado e vermelho-escuro (2,5 YR 4/4 4/6). Pouco espesso e pouco extenso, este horizonte apresenta decréscimo progressivo em finos a jusante, passando a *Bw*, com textura ligeiramente menos argilosa, maior friabilidade e coloração semelhante à encontrada no segmento de montante. A transição vertical Bw/Bt é difusa, diferenciando-se basicamente pela cor, que passa a apresentar tons mais escuros no horizonte *Bt*.

TOPOSSEQÜÊNCIA 3

Tem seu início na TR 1 da Toposseqüência 1 (São Felipe) a 542 m de altitude, prolongando-se perpendicularmente em sentido noroeste até uma cabeceira de drenagem secundária do Ribeirão Água do São Francisco. Possui 336 m de extensão e desnível de 29 m, disposta em vertente convexa retilínea (Figura 4). É bastante parecida, morfopedologicamente, com a Toposseqüência 2, com exceção de uma suave ruptura de declividade convexa, assinalada no Mapa Morfopedológico – Mapa 3, na média baixa vertente.

TOPOSSEQUÊNCIA 3

Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 4: Toposequência 3

A distribuição dos horizontes indica para esta toposseqüência um sistema pedológico composto de Latossolo - Solo Podzólico – Latossolo, de montante para jusante.

O *horizonte Ap*, presente em toda a seqüência, apresenta espessura reduzida (15 –20 cm), com variação lateral de cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4 3/6) a montante, para bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) a jusante. Por estar sob o domínio das pastagens (grama Braquiária) é rico em matéria orgânica decomposta e raízes. No fundo do vale este volume é recoberto por uma camada arenosa esbranquiçada, de material depositado (colúvio). Em profundidade, passa progressivamente para o *horizonte Bw*.

Este volume, vermelho escuro acinzentado e friável apresenta discreto enriquecimento em argila, sobretudo em sentido lateral. Na média vertente, passa a apresentar-se mais argiloso, estruturado e menos friável, apresentando o aparecimento do *horizonte Bt* pouco desenvolvido, ligeiramente mais escuro, estando a 2,5 YR 4/6 4/8 – vermelho-escuro. Sua passagem lateral em sentido jusante também é progressiva, retomando as características latossólicas de montante. A delimitação da geometria do horizonte textural baseou-se na variação da cor e na sua friabilidade.

O *horizonte Bw* de jusante apresenta significativo espessamento no fundo do vale, interceptando o lençol freático a 1,90 m de profundidade, onde se constata discretos sinais de hidromorfia.

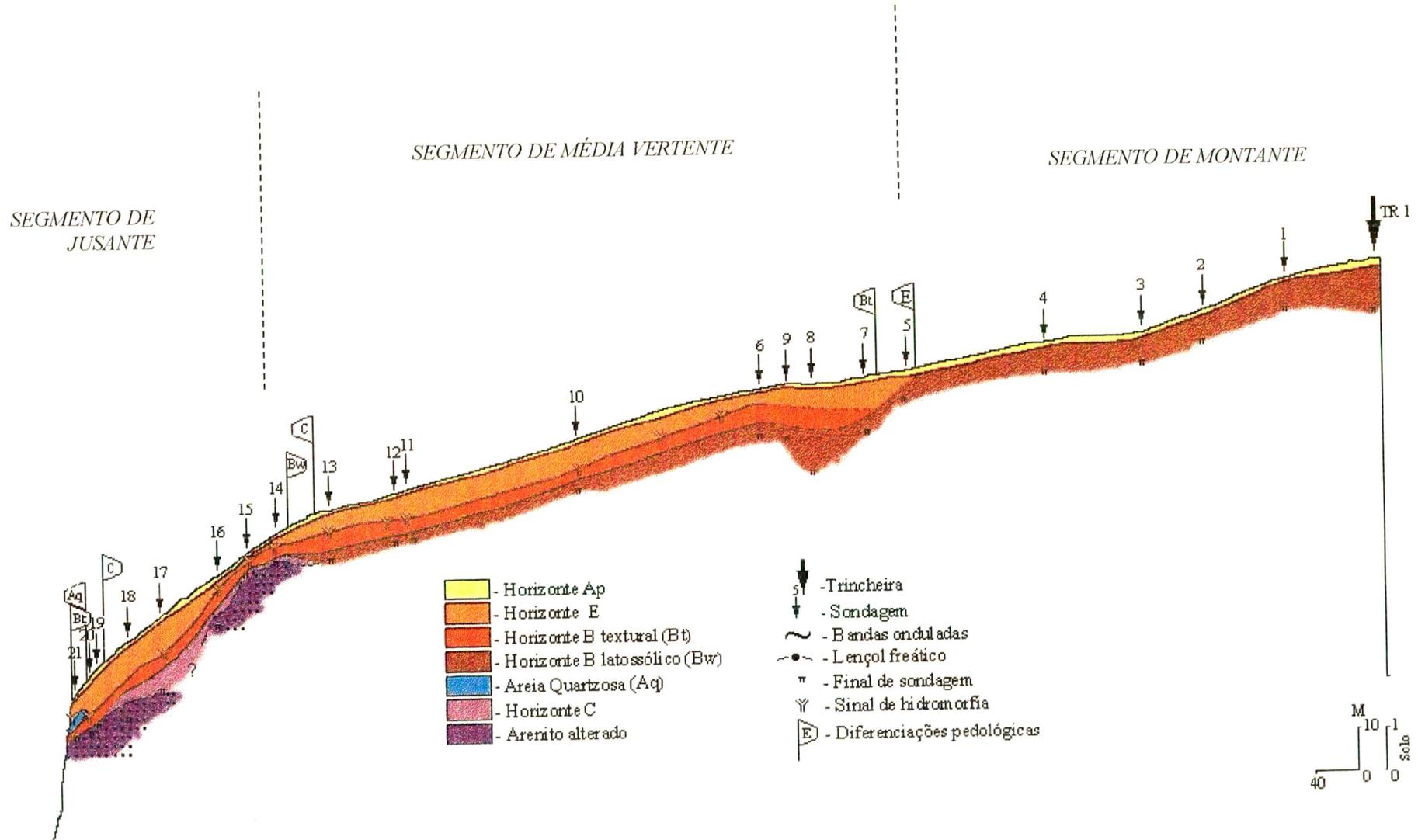
Convém ressaltar que nas Toposseqüências 2 e 3 o horizonte Bt identificado é pouco desenvolvido e ocorre “embutido” no horizonte Bw, conforme demonstram as figuras 3 e 4, caracterizando o início lateral da cobertura podzólica no contexto do interflúvio.

TOPOSSEQÜÊNCIA 4

Assim como a Toposseqüência 3, esta também se inicia na TR1 da Toposseqüência principal, a 542 m de altitude, estendendo-se em sentido Noroeste até a margem de uma sub drenagem do Ribeirão Água do São Francisco ao longo do divisor de águas, sob cultura de amora no topo e pastagem a jusante, conforme indica o Mapa Uso do Solo e Localização de Toposseqüência – Mapa 4 .

Distribui-se ao longo de uma vertente convexo-côncava, bastante complexa do ponto vista morfológico, marcada por três rupturas de declive, sendo duas convexa, e uma

TOPOSSEQUÊNCIA 4
Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 5: Toposequência 4

côncava (Figura 5). Estas rupturas definem os chamados patamares comentados no Capítulo I.

É composta, de montante para jusante, de Latossolo – Solo Podzólico – Areia Quartzosa, indicando distribuição vertical e lateral de horizonte Ap, E, Bt, Bw, C e um pacote incipiente de Areia Quartzosa.

O horizonte superficial *Ap* é arenoso, sobretudo no segmento de média vertente, onde apresenta (ao tato) predomínio de areia de granulação fina. Apresenta cor 2,5 YR 3/6 (vermelho-escuro-acinzentado), agregados ligeiramente estáveis, principalmente nas porções recobertas por pastagem (grama Braquiária), que lhe atribui boa quantidade de raízes e matéria orgânica decomposta. Evidencia transição plana e clara para o horizonte Bw, até a sondagem 5, onde passa a fazer contato com o horizonte eluvial que aí se inicia.

Ligeiramente mais argiloso que o Ap (franco- argiloso), O *horizonte Bw* típico é friável, apresenta acréscimo de argila em sentido vertical e lateral, projetando-se para jusante sob o horizonte Bt, de forma discordante com a topografia atual. Conforme demonstra a Figura 6, apresenta em sua forma um “abaulamento” em profundidade acompanhado pelo Bt. A transição vertical entre esses horizontes é progressiva e clara, diferenciando-se sobretudo pela textura e friabilidade dos materiais. O Bw desaparece pouco acima da ruptura convexa forte em forma de cunha, sobrepondo-se ao horizonte C.

Distribuído desde a média alta vertente (sondagem 5) até o fundo do vale, posicionado imediatamente abaixo do Ap, o *horizonte E* apresenta textura arenosa decrescente em sentido lateral para jusante e espessura irregular, conforme assinala a Figura 5. A partir da sondagem 7, limita-se na base com o Bt subjacente. Este contato é abrupto, marcado por sinais de hidromorfia, sobretudo no setor compreendido entre a sondagem 10 e 16, onde o gradiente textural entre esses horizontes é maior, assim como a quantidade de água livre. É neste setor que o horizonte se espessa e apresenta textura mais arenosa e cor mais clara (2,5 YR 4/6 – vermelho-escuro), com sinais de ocorrência de bandas onduladas em meio a matriz arenosa, extremamente friável. Na ruptura convexa forte, sofre “estrangulamento”, não ultrapassando 15 cm de espessura, seguido por rápido espessamento a jusante, gradando lateralmente para *areia quartzosa*.

Imediatamente abaixo desse horizonte encontra-se o *horizonte textural (Bt)*, vermelho-escuro-acinzentado, fortemente estruturado e argiloso, com indícios de cerosidade. É nítido o enriquecimento lateral em argila e o empobrecimento progressivo vertical quando transiciona

para o Bw. Seu início, assim como o do *E*, ocorre na média alta vertente, com espessura considerável (70 cm) e forma plana (quase horizontal), como que preenchendo um antigo corte abaulado, discordante da topografia atual. Estende-se até o fundo do vale, apresentando redução e ampliação da espessura, até a ruptura convexa forte, onde diminui para 30 cm, assim como os demais horizontes ali localizados. Abaixo da ruptura, acompanha a topografia da base do perfil comandada pelo horizonte *C*, apresenta espessura média de 50 cm, até desaparecer sob a areia quartzosa na margem do canal de drenagem, que possui aproximadamente 10 m de profundidade, entalhado na rocha. As tradagens acusaram transição vertical progressiva para o horizonte Bw, com decréscimo de argila e tornando-se mais friável.

Confinado no segmento de jusante, o *horizonte C* é encontrado pouco acima da ruptura convexa forte, acompanhando a topografia da rocha, desaparecendo alguns metros acima do final desse transecto, onde a rocha passa a aflorar. Apresenta cor em tons violáceos, fragmentos de rocha bastante alterados e de tamanhos variados.

No final desta topossequência constata-se forte hidromorfia atuando em todos os volumes, caracterizando um Solo Hidromórfico pouco desenvolvido.

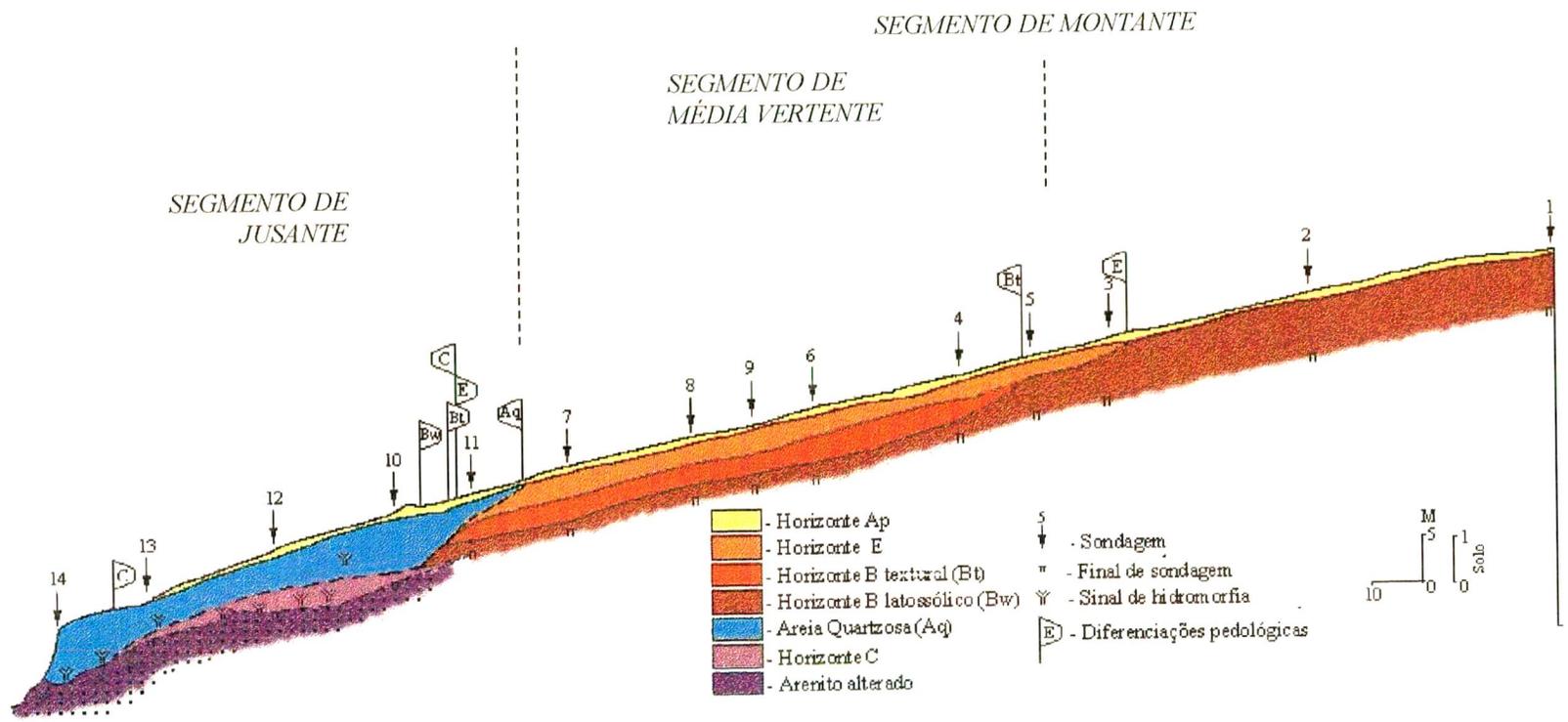
Esta topossequência assemelha-se à principal, apresentando o mesmo sistema pedológico, porém em vertente com rupturas mais fortes e distantes umas das outras, configurando segmentos maiores na vertente. Difere também quanto a geometria e extensão da *areia quartzosa* na vertente (Vide Figura 2 e 5). Os limites do sistema de transformação são mais próximos, principalmente naquele localizado na ruptura convexa forte. Em ambas, a distribuição dos horizontes apresenta forte correlação com a morfologia da vertente, conforme abordaremos no próximo capítulo.

TOPOSSEQÜÊNCIA 5

Localizada no setor norte da área, tem sua origem a partir da Topossequência 4, a 528 m de altitude, dirigindo-se perpendicularmente até a margem da subdrenagem (Mapa 4). Esta vertente é convexa, é marcada por rupturas convexas suaves: uma na média alta

TOPOSSEQUÊNCIA 5

Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 6: Toposequência 5

vertente e outra na média baixa vertente. Tem seu início marcado por cobertura latossólica no segmento de montante, passando a podzólica – média vertente, e areia quartzosa no fundo do vale. Foram identificados os horizontes Ap, E, Bt, Bw, C e Areia Quartzosa.

O *Ap* é encontrado ao longo de toda a vertente. Apresenta espessura irregular variando entre 10 e 20 cm, acompanhando as rugosidades da topografia; textura arenosa com cor entre bruno/bruno-forte (7,5 YR 3/4 4/4) e bruno-avermelhado/bruno-avermelhado-escuro (5 YR 4/4 3/4). A transição observada entre esse horizonte e o Bw, na cobertura latossólica, é plana gradual, evidenciada principalmente pela variação da cor e por enriquecimento de argila em profundidade. O contato vertical Ap/E na cobertura podzólica é gradual, com nítido decréscimo vertical de argila.

A transição lateral assinalada para esse volume dá-se no fundo do vale, onde o decréscimo de argila transforma esse volume e o subjacente *E* em pacote arenoso extremamente friável e lixiviado de *areia quartzosa*

Posicionado na média vertente, o *horizonte E* apresenta perdas em profundidade bastante significativas, que definem contato abrupto com o *Bt* subjacente, marcado pela presença de água livre. As variações laterais indicam maior espessamento e decréscimo de argila transicionando a *areia quartzosa* no fundo do vale, apresentando variação de cores progressivamente mais claras a jusante, isto é, de vermelho-escuro/vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/4 3/6) a bruno (7,5 YR 4/2) e no final a bruno-avermelhado (5 YR 4/4). O *Bt* subjacente apresenta forma lenticular regular, concordante com a topografia atual. Situa-se na média vertente acima da ruptura de declividade (pouco nítida na Figura 6), destacando forte gradiente textural com os horizontes que o circundam (E, Bw, e Aq). Apresenta significativas variações texturais, com decréscimo vertical em finos passando progressivamente ao Bw friável subjacente, e ganho lateral desse mesmo material, atribuindo-lhe textura bem mais argilosa á jusante. A cor também assinala variações laterais de vermelho-escuro com cromas entre 3/6 e 4/4. Lateralmente, passa de argiloso a arenoso, no contato abrupto com o pacote de *areia quartzosa*, que lhe remonta. Na base do perfil é encontrado o *horizonte Bw*, que define a cobertura latossólica que se estende até o topo. Neste setor, o Bw é espesso (>2 m), friável ligeiramente mais argiloso que o Ap e menos que o Bt remontante. O Bw prolonga-se até a média baixa vertente, onde desaparece em forma de cunha entre o horizonte Bt (acima) e o C (abaixo).



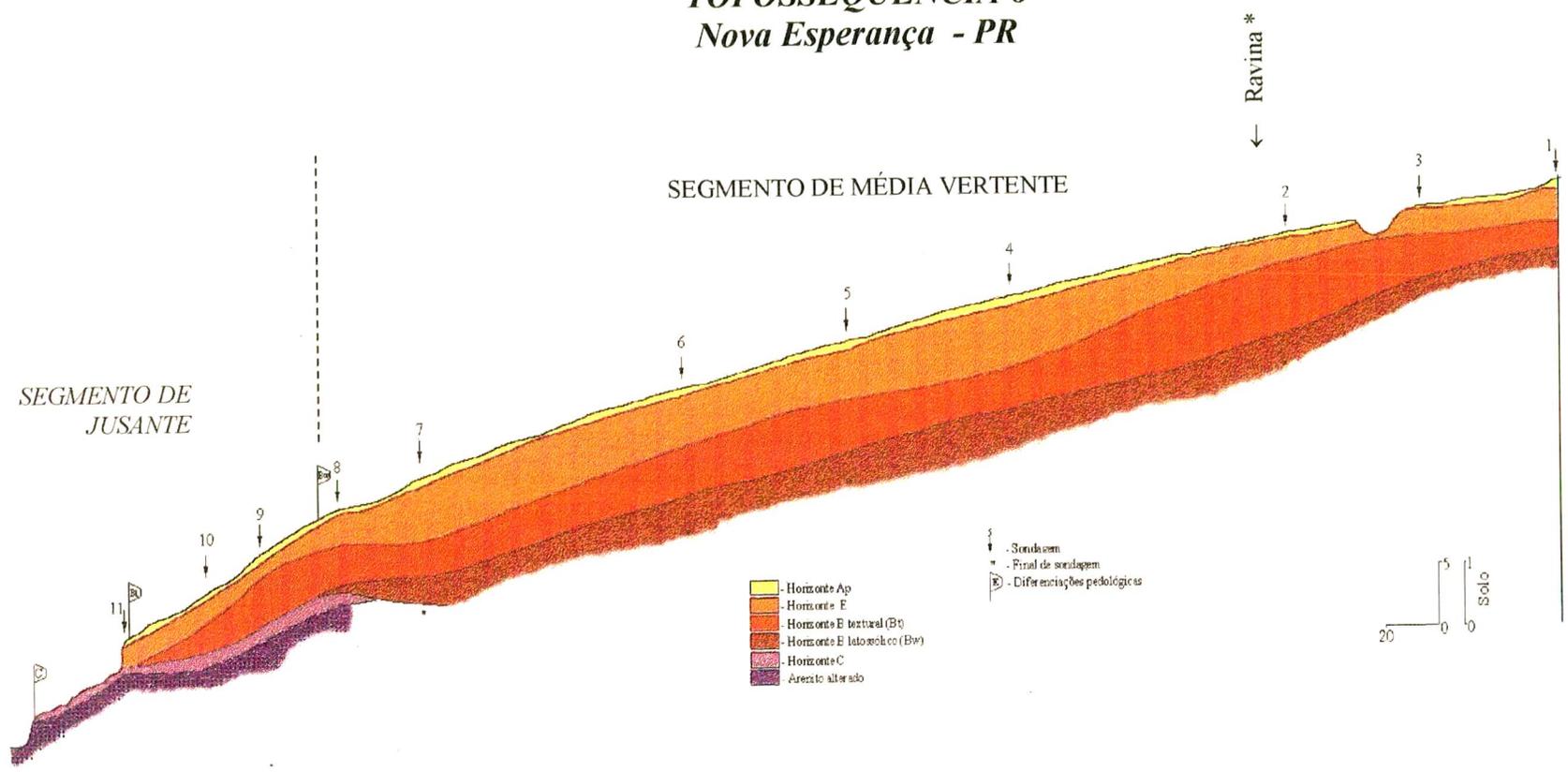
Foto 2: Arenito Formação Caiuá completamente alterado e hidromorfizado, exposto pelo pisoteio do gado no fundo vale – Topossequência 5

O *horizonte C* encontra-se a poucos centímetros da superfície, sob influência do lençol freático. Apresenta matriz argilosa e fragmentos de rocha alterados em grande quantidade. Desaparece alguns metros abaixo da ruptura, onde a *areia quartzosa* passa a desenvolver-se diretamente sobre o arenito. Este setor apresenta movimentos de massa generalizados, como terrassetes e cicatrizes de pequenos deslizamentos, acompanhado de ravinas formadas a partir de trilhas do gado que ali se abastece de água, expondo a rocha alterada completamente hidromorfizada (Foto2).

TOPOSSEQÜÊNCIA 6

É paralela à Topossequência 5 e tem sua origem alguns metros abaixo do eixo da Topossequência 4 (Mapa 4) a 497 m de altitude. Estende-se até a subdrenagem do setor norte da área, perfazendo um total de 260 m de extensão, com 25 m de desnível. Apresenta forma convexa com predomínio de cobertura podzólica até a ruptura de declive no terço médio inferior, a partir da qual passa a predominar os Solos Rasos até o fundo do vale, com.

TOPOSSEQUÊNCIA 6 Nova Esperança - PR



* - Caminho Abandonado

Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 7: Toposequência 6

exposição do horizonte C, completamente degradado pelos movimentos de massa ali instalados

Foram identificados os Horizontes Ap, E, Bt, Bw, e C, todos mantendo as mesmas características texturais identificadas na Topossequência 5. As exceções seguem abaixo:

O *Ap* é interrompido por uma ravina no setor de topo, instalada em antigo caminho usado na época em que o interflúvio era recoberto por plantação de café.

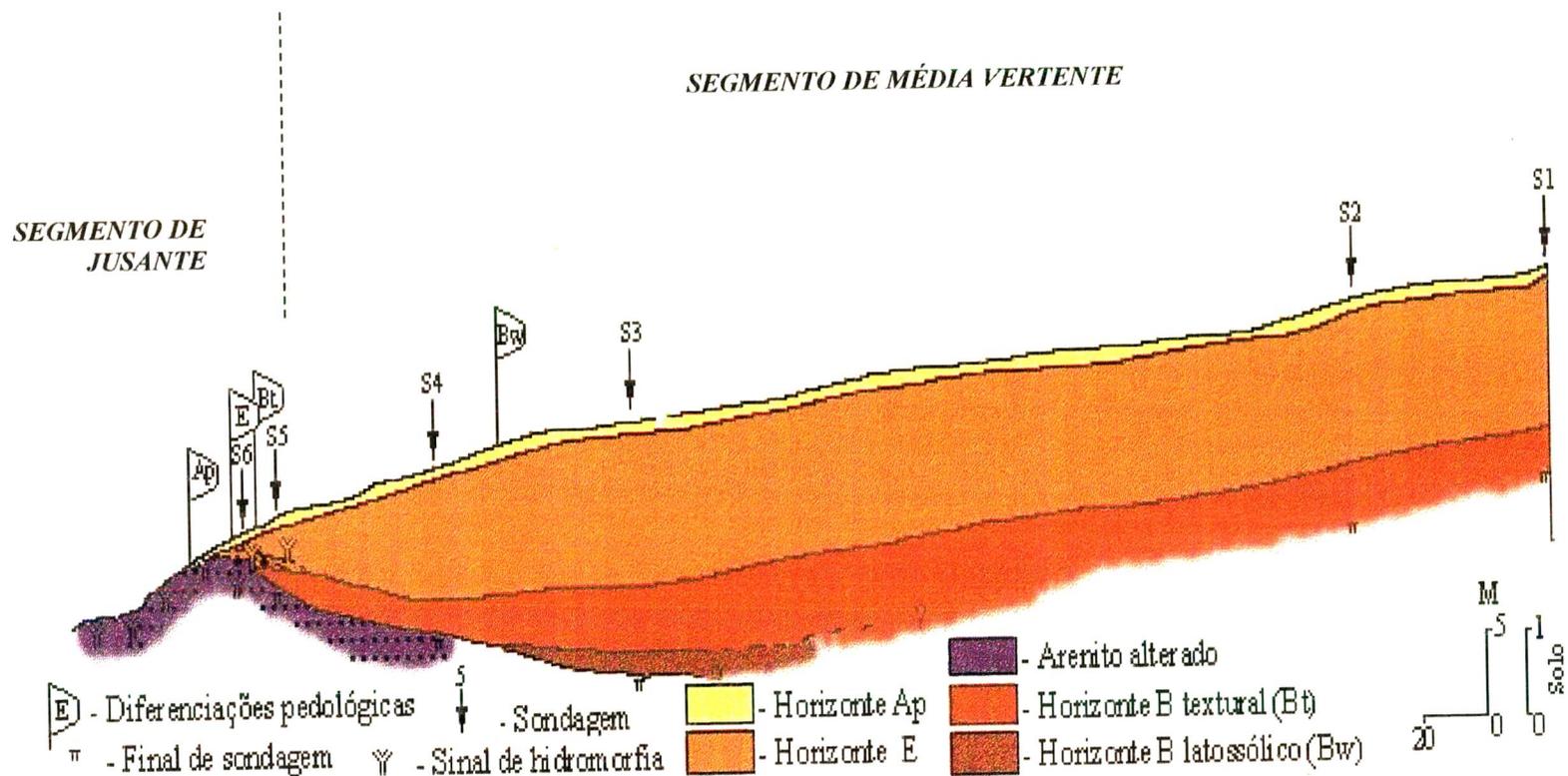
O *horizonte E* apresenta geometria irregular, cuja base não acompanha a topografia atual. Com significativo espessamento na média vertente, forma pequenos abaulamentos, até a sondagem 8. A partir daí diminui bruscamente, desaparecendo logo abaixo, truncado por um deslizamento, onde aflora o horizonte C.

O *Bt* apresenta comportamento semelhante ao E, porém em sentido inverso. Enquanto o E se espessa o Bt diminui, conforme indica a Figura 7, e vice-versa, formando um “degrau” no topo do Bt de base retilínea. Desaparece no fundo do vale, pouco antes da sondagem 11, em forma de cunha. O decréscimo de argila observado em profundidade o faz passar gradativamente para o Bw subjacente, que o acompanha do topo até a ruptura de declividade, onde desaparece progressivamente em forma de cunha. Possui textura mais arenosa que o Bt, sobretudo em seus últimos metros a jusante. É friável e apresenta aspecto microagregado. É encontrado a partir de 1,20 m no topo, 2,20 na média vertente e novamente a 1,20 m nas proximidades da ruptura, justaposto ao horizonte C. Este, por sua vez, encontrado subsuperficialmente, é aflorante no fundo do vale, concordante com a topografia.

TOPOSSEQÜÊNCIA 7

Apresenta o mesmo sistema pedológico identificado na Topossequência 6, porém sua forma ligeiramente mais convexa e curta (35 m de desnível em 210 m de extensão), atribui maior espessura e contraste entre os horizontes pedológicos identificados: Ap, E, Bt, Bw e C. Apresenta forte ruptura convexa de declividade a partir da sondagem 6. As condições de hidromorfia do material superficial e principalmente a forte declividade (>45%), impossibilitaram estender o inventário a margem do Ribeirão Água do São Francisco. Neste setor o afloramento da rocha é frequente, devido a presença do lençol em

TOPOSSEQUÊNCIA 7
Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 8: Topossequência 7

subsuperfície (<15cm) e a ação dos intensos movimentos de massa generalizados (Mapa 3).

As características macromorfológicas de tal sistema e a geometria dos volumes assemelham-se àquelas descritas por Calegari et al., (1997b) - *Topossequência Esperança*, na margem esquerda do Ribeirão Água do São Francisco.

O *horizonte Ap* bruno-avermelhado-escuro /bruno-avermelhado (5 YR 3/4 e 4/4) é pouco espesso, mantendo-se concordante com a topografia atual. Apresenta textura arenosa com elevado teor de areia mais fina. O contato vertical com o *horizonte E* é plano claro, sendo o *E* visivelmente espesso (> 1,5 m) e mais arenoso, com variação de cor de montante para jusante respectivamente entre vermelho-escuro (2,5 YR 4/6) e vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/6). O contato E/Bt é abrupto, acompanhado por água livre em abundância, devido ao forte gradiente textural observado.

A textura muito argilosa caracteriza o horizonte inferior como *B textural* semelhante ao descrito por Calegari et al. (1997b:43), onde foram constatados 24,5% de argila. Em sentido vertical este volume apresenta perdas de argila passando gradativamente a *Bw* e desaparece lateralmente em forma de cunha na ruptura de declividade, conforme ilustra a Figura 8, apresentando não mais que 15 cm de espessura, porém ainda bastante argiloso.

O *horizonte Bw* mantém-se semelhante aos já descritos neste capítulo, destacando-se sobretudo por ser bastante friável. O *horizonte C* apresenta-se em espessura muito reduzida, sendo representado junto com a rocha na Figura 8.

Esta topossequência é nitidamente a que apresenta variações laterais e verticais mais nítidas, com horizontes bem desenvolvidos. A vertente possui espessa cobertura vegetal (grama Braquiária) que a protege do impacto direto da chuva, minimizando o escoamento superficial. Este fato justifica, em parte, seu relativo grau de conservação, que por sua organização pedológica configura-se como potencialmente suscetível aos processos erosivos lineares.

Com os dados até agora apresentados, passou-se à segunda fase da *Análise Estrutural*, que concerne à organização tridimensional da cobertura pedológica, representada em plano através das curvas de isodiferenciação, apresentadas no próximo tópico.

TOPOSSEQÜÊNCIA 8

Disposta ao longo de uma vertente com forte declividade, assinala desnível de 65 m em 400 m de extensão. Inicia-se a 475 m de altitude, estendendo-se até a margem (direita) do Ribeirão Água do São Francisco (Mapa 4). Sua forma é complexa: apresenta forma convexa retilínea do topo até a média vertente, seguida de uma forte ruptura de declividade convexa, passando a ligeiramente côncavo até nova ruptura que gera uma parede vertical na margem do Ribeirão (Figura 9). Ao longo do Ribeirão Água do São Francisco, esta ruptura acentua-se de montante para jusante chegando a atingir 45% de declividade próximo à confluência com uma subdrenagem que constitui o limite norte da área, esculpindo no arenito um vale em V fechado (Mapa Morfopedológico).

A cobertura pedológica evidenciada apresenta sucessão lateral, de montante para jusante de Latossolo – Solo Podzólico – Solos Rasos, estando os Solos Rasos confinados abaixo da ruptura convexa forte, conforme assinala à figura da Topossequência 8. O sistema é formada a partir da distribuição de horizonte Ap, Bt, Bw e C.

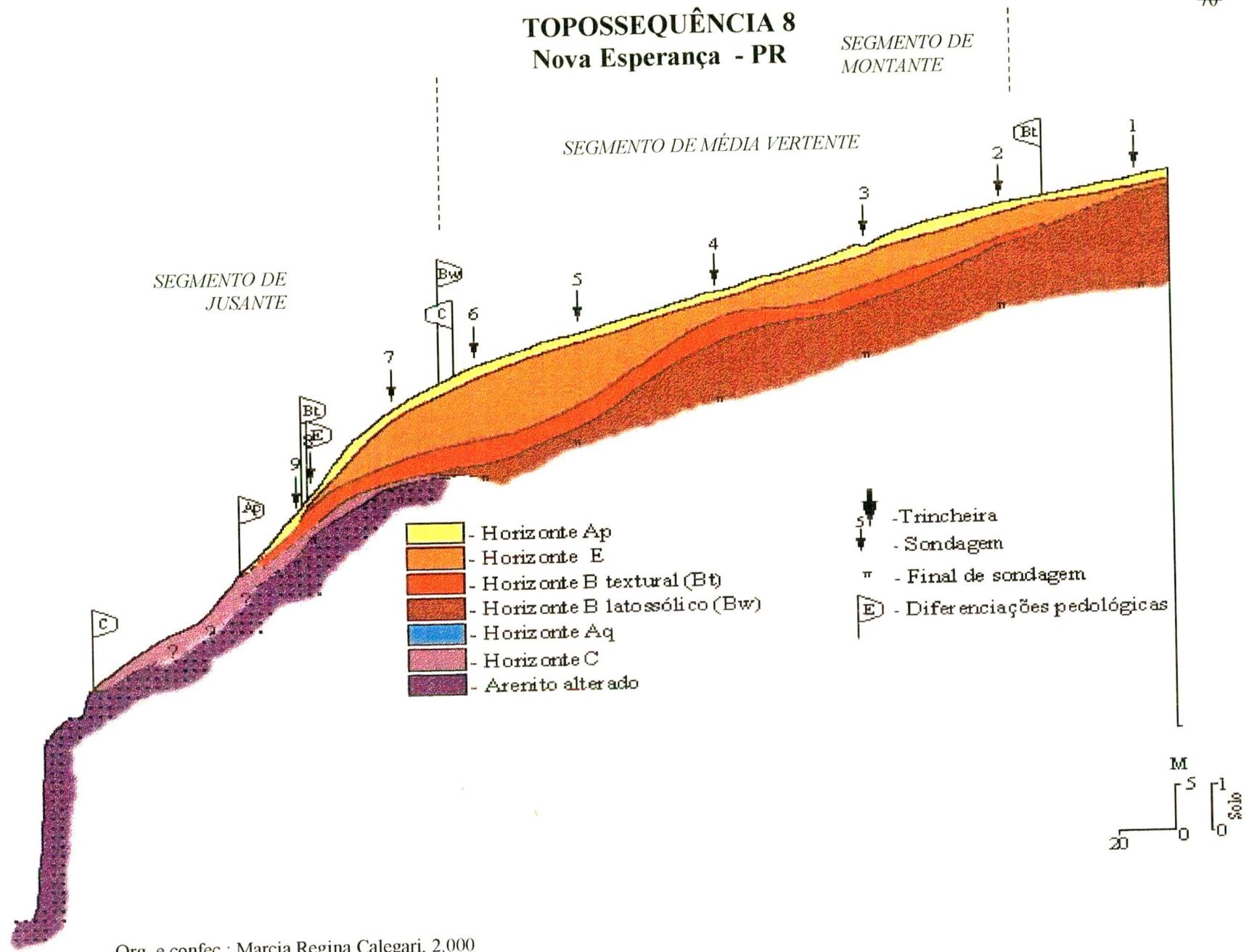
Assim como nas demais topossequências, o *Ap* estende-se pela vertente, de forma contínua, mantendo espessura média de 15cm, concordante com a topografia atual. Coloração clara variando de vermelho-amarelado (5 YR 4/6) a montante, a vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 2,5/4 3/4) na média alta vertente, e bruno (7,5 YR 4/4) a partir da sondagem 6; textura arenosa. Apresenta transição gradual para o Bw subjacente e diminui progressivamente sua espessura em sentido lateral até ser interceptado por movimentos de massa, instalados a partir da ruptura de declive, promovendo uma certa “desorganização” dos materiais superficiais.

Conforme Mapa morfopedológico, esse setor corresponde à área onde esse tipo de processo ocorre de forma generalizada, estando em alguns pontos, como no eixo dessa topossequência, associado a ravinas de grande porte.

A geometria irregular da base do *horizonte E* acompanha as variações do Bt subjacente (Figura 9). O topo é definido pelo horizonte Ap, em concordância com a topografia atual. Apresenta textura ligeiramente mais arenosa e friável e cor ligeiramente mais clara que o Bw. Desaparece pouco abaixo da forte ruptura de jusante sobre o horizonte Bt.

TOPOSSEQUÊNCIA 8

Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 9: Toposequência 8

O *horizonte Bw* vermelho-escuro (2,5 YR 4/6) é friável e apresenta textura (ao tato) enriquecida de argila, principalmente em sentido lateral, passando a um horizonte de máximo acúmulo de argila - *Bt*. O *Bw* é limitado a jusante pela ruptura, onde desaparece em forma de cunha sobre o horizonte *Bt* (imediatamente abaixo da ruptura). O contato *Bw/Bt* é gradual e progressivo, acompanhado, a partir da sondagem 7, de água livre com sinais de hidromorfia; e a transição *Bt/Bw* é plana e difusa, diferenciando-se basicamente pela cor e pelo decréscimo vertical de argila.

Como salientado, o *horizonte Bt* desenvolve-se no interior do *Bw*, apresentando forma ondulada irregular, discordante da topografia atual. Apresenta textura argilosa, que o torna menos friável, mais escuro (vermelho-escuro - 2,5 YR 4/6 4/8). Apresenta espessura irregular, sendo menor a montante e a jusante. Desaparece alguns metros abaixo da ruptura em forma de cunha, sobrepondo-se ao *horizonte C* com a presença de água livre nesse contato claro. É atingido pelos movimentos de massa que se generalizam a partir da ruptura de declive, promovendo o recuo paralelo da vertente e a destruição dos horizontes pedologicamente mais estruturados.

O *horizonte C*, que se inicia pouco acima da ruptura (Figura 9), estende-se a jusante, e aflorando sob a influência dos movimentos de massa e ravinas desse setor. Destaca-se pela natureza de seus materiais, que apresentam fragmentos de rocha abundantes, bastante alterados em meio à matriz argilosa de cor entre amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6) e bruno-amarelado (10 YR 5/6). O arenito Caiuá aflora na margem (abrupta) do córrego, expondo estratificação plano paralela e tons que variam entre violáceos e alaranjados, conforme descrito no Capítulo I.

Convém ressaltar que, mesmo sob mata ciliar, como no caso dessa área, os movimentos de massa se desenvolvem de forma generalizada e intensa, levando à instalação de sulcos e ravinas que podem evoluir para voçorocas.

TOPOSSEQUÊNCIA 9

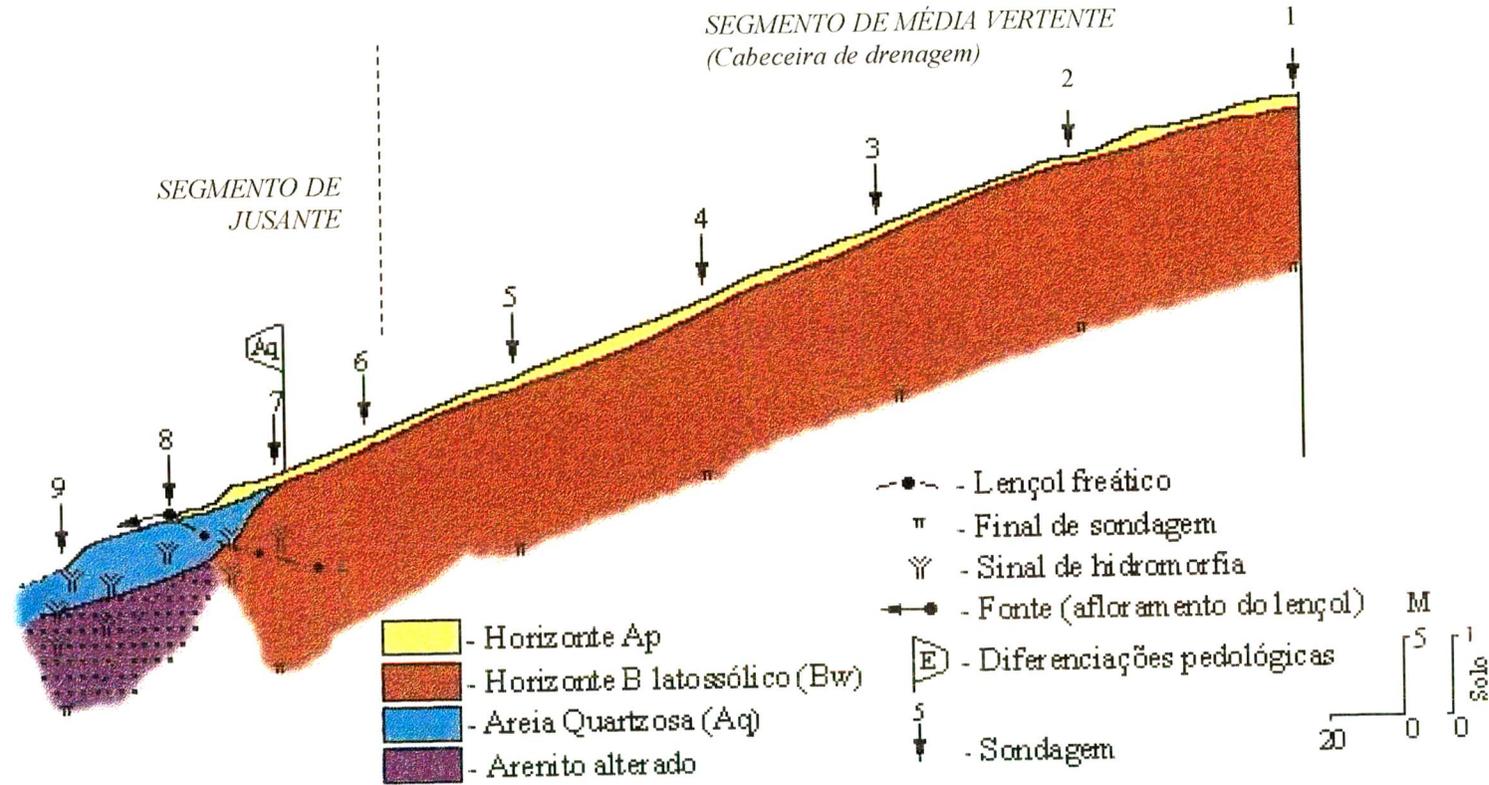
Possui 330 m de extensão, com desnível de 29 m. Tem seu início alguns metros abaixo da sondagem 9 da Topossequência 4 (Mapa 4), projetando-se ao longo do eixo de drenagem

até o fundo vale. Localiza-se numa cabeceira de drenagem bastante ampla, típica do contexto regional. Apresenta forma convexa suave retilínea, com sucessão de Ap, Bw e Areia quartzosa, que compõem o sistema Latossolo - Areia Quartzosa identificado (Figura 10).

O *horizonte Ap* estende-se do topo até o fundo do vale onde é interceptado pelo afloramento do lençol freático. Sua textura arenosa apresenta perdas laterais a jusante, assim como sua espessura. A cor varia de vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/4) a bruno-avermelhado (5 YR 3/4 4/4). O contato com o Bw é plano e claro, assinalado pela variação textural (ligeiramente mais argiloso que o Ap) e cor mais escura. A partir do terço inferior da vertente transiciona lateralmente para a Areia Quartzosa, de forma progressiva.

O *horizonte Bw* apresenta pequenas variações laterais na textura, em consequência do manejo do solo nesta cabeceira que, devido à grande concentração de águas por escoamento superficial, foi necessário implantar o sistema de terraceamento, como forma de contenção. Conserva estrutura friável (microagregado) e espessura acima de 2 m, até o fundo do vale, onde diminui bruscamente, transicionando lateralmente para a *areia quartzosa*, completamente hidromorfizada, sem estrutura definida, e cor variegada em função da hidromorfia. Representa um estágio diferente das demais toposseqüências estudadas, assim como sua posição no interflúvio. Conforme salientado acima, apresenta sinais de alteração provocada pelo sistema de conservação de solo adotado – o terraceamento. Este foi necessário para controlar o escoamento superficial muito intenso. Embora seja de conhecimento que o sistema identificado nesta toposseqüência é representativo deste setor da vertente, achou-se por bem não considerá-lo na confecção do Mapa de Isodiferenciação, visando preservar a fidelidade e credibilidade na representação da espacialidade da cobertura pedológica, sendo, portanto, considerado como área alterada, assinalada no Mapa como *área alterada 1*. Dentre as três áreas assinaladas esta é a que sofreu alterações mais profundas.

TOPOSSEQUÊNCIA 9
Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 10: Toposequência 9

TOPOSSEQÜÊNCIA 10

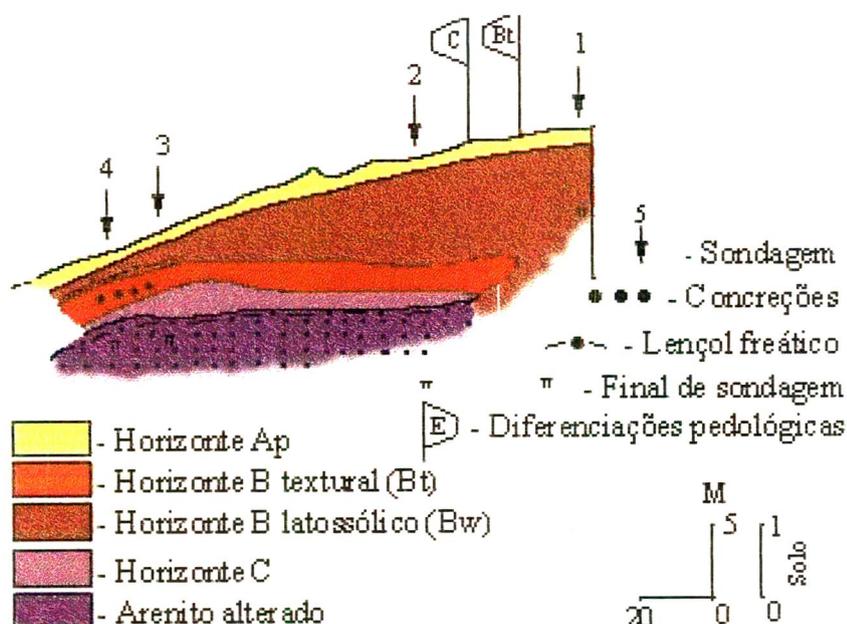
Localizada no setor de fundo de vale, esta toposseqüência apresenta 10 m de desnível em 75 m de extensão (Figura 11). Possui forma convexa suave e corresponde ao terço médio inferior da vertente (Mapa 4). As investigações limitaram-se a este setor, pois a montante da sondagem 1, encontra-se em uma antiga área erodida, assinalada no Mapa 5 como *área alterada 2*. Esta área apresentava, no início dos anos 80, ravinas de médio porte que foram recuperadas por meio de terraceamento e adição de solo. Por este motivo esta não foi considerada na elaboração do Mapa de Isodiferenciação.

As variações laterais e verticais encontradas nesta toposseqüência e a morfologia da vertente são pouco significativas.

Composto de Latossolo-Solo Podzólico-Solos Rasos, o sistema pedológico apresenta sucessão lateral e vertical de horizonte Ap, Bt, Bw e C.

TOPOSSEQÜÊNCIA 10

Nova Esperança - PR



Org. e confec.: Marcia Regina Calegari, 2.000

Figura 11 :Toposseqüência 10

III.2 – A Organização Tridimensional do Interflúvio

A organização tridimensional da cobertura pedológica elaborada conforme Boulet et al. (1982 b), Ruellan & Dosso (1993), reuniu as informações da etapa anterior representadas em toposequências. Nesta fase passam a ser representada em plano, através de curvas de isodiferenciação.

Estas curvas são selecionadas para serem representadas conforme o objetivo e o detalhe da pesquisa, pois não existe critério predefinido.

As curvas de isodiferenciação, representadas no Mapa 5, correspondem aos principais horizontes identificados na etapa anterior, que compõem os sistemas pedológicos desse interflúvio. Indicam as transformações e variações laterais da cobertura, bem como a dinâmica de sua evolução através da disposição das curvas.

Assim, atendendo aos objetivos desta pesquisa, foram eleitas quatro (4) curvas representadas no mapa.

A *curva verde*, no mapa, corresponde ao aparecimento (à montante) e desaparecimento (a jusante) do horizonte subsuperficial eluvial (*E*), arenoso.

A *curva vermelha*, no mapa, corresponde ao aparecimento e desaparecimento do horizonte B textural (*Bt*), argilo-arenoso.

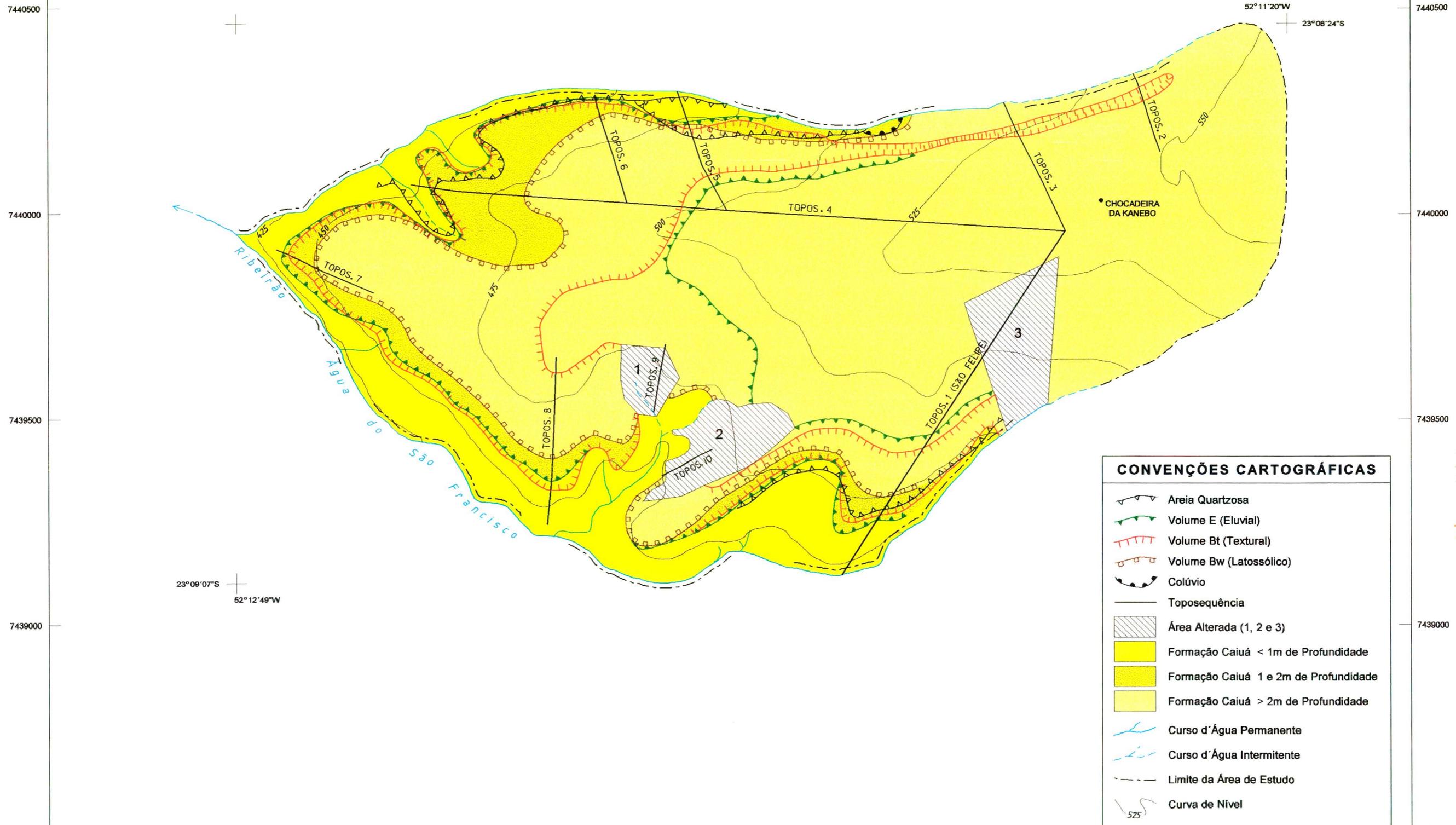
O desaparecimento do horizonte microagregado B latossólico (*Bw*), textura franco-arenosa, é representado pela *curva marrom*.

A *curva preta*, no mapa, indica o aparecimento e desaparecimento da *areia quartzosa*, extremamente arenosa.

A disposição em plano ressalta o sistema de transformação da cobertura latossólica em podzólica. Este sistema é, segundo a carta de isodiferenciação, mais dinâmico nas vertentes voltadas para o Ribeirão Água do São Francisco, onde as isolinhas estão muito próximas uma das outras, assim como nas subdrenagens cuja dinâmica assemelha-se à do Ribeirão principal. A dinâmica dessa bacia reflete-se nas vertentes, impondo uma circulação hídrica (superficial e subsuperficial) compatível, que altera a organização da cobertura pedológica, formando novos horizontes em detrimento da destruição de outros, como observado na região, gerando um sistema de transformação (Boulet, et al., 1990).

23°08'10"S 52°13'05"W 375500 376000 376500 377000 377500 378000 378500 52°11'09"W 23°08'11"S

MAPA DE ISODIFERENCIAÇÃO DO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA-PR



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Areia Quartzosa
- Volume E (Eluvial)
- Volume Bt (Textural)
- Volume Bw (Latossólico)
- Colúvio
- Toposequência
- Área Alterada (1, 2 e 3)
- Formação Caiuá < 1m de Profundidade
- Formação Caiuá 1 e 2m de Profundidade
- Formação Caiuá > 2m de Profundidade
- Curso d'Água Permanente
- Curso d'Água Intermitente
- Limite da Área de Estudo
- Curva de Nível

ESCALA 1:10 000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.G.R.
Equidistância das Curvas de Nível: 25m

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO "DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO, NOVA ESPERANÇA-PR"; AUTORA: MARCIA REGINA CALEGARI. UFSC/CFH/GCN - FEVEREIRO/2000

23°09'36"S 52°13'05"W 375500m E 376000 376500 377000 377500 378000 378500 23°09'36"S

Fontes: Base Cartográfica-Restituição Aerofotogramétrica (foto n.02865), Equidistância de 5m, Escala 1:10000, SEMA-PR; Fotografia Aérea n. 02865, Escala 1:25000, ITC-PR, 1980; Carta Geotécnica Nova Esperança-PR (Convênio UEM/DGE-SUCEAM 1994/95, Inédito), Escala 1:25000; Levantamento em Campo de out/98 à nov/99 e Fotopedologia da Fotografia Aérea n. 02865;

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento do Depto. de Geociências, CFH/UFSC
Digitalização: Geog. Márcia Regina Calegari; Edição: Geog. José Henrique Vilela (jan/2000)

Conforme constatado, o comportamento das curvas é fortemente influenciado pelo relevo, que define o potencial hídrico de cada setor, através das rupturas de declive assinaladas, e morfologia das vertentes.

Pode-se dizer que:

A curva do horizonte *E* acompanha em algumas áreas, a ruptura convexa suave, que altera a forma convexa do interflúvio para ligeiramente côncava retilínea, seguida pela curva do *Bt*, indicando o aparecimento do horizonte B textural, diagnosticando o início da cobertura podzólica, compreendida no segmento de média vertente.

Tal segmento assinala nova curva somente em sua porção inferior, onde a presença da curva 3 indica o desaparecimento do horizonte microagregado – B latossólico. Assim como as demais observadas nesse setor, acompanha a ruptura convexa forte localizada no terço inferior do interflúvio mantendo-as muito próximas, às vezes até em sobreposição, ressaltando a dinâmica dessa frente de transformação, que atua em sentido remontante. A ruptura assinala o fim da cobertura pedológica mais estruturada, passando a solos rasos no segmento de jusante, quase vertical, não permitindo o desenvolvimento de horizontes pedológicos mais estruturados. Nesse setor, provavelmente em função da ação da gravidade e da influência do lençol freático em subsuperfície, são generalizados os movimentos de massa observados, associados a processos de incisão linear.

Observa-se recuo paralelo da vertente, bem como transformação remontante da cobertura latossólica à podzólica. Conforme a disposição das curvas, tal sistema de transformação é marcado por duas *frentes de transformação*:

- **uma** localizada a montante, que age sobre a cobertura latossólica, destruindo o horizonte Bw concomitante à formação do horizonte Bt a jusante. Este se beneficia das perdas do outro, evoluindo lateralmente em direção ao topo da vertente, por acumulação de argila;
- **outra** situada no segmento de jusante, que promove a destruição da base do Bt em dois sentidos: - do *topo para a base*, em função do gradiente textural que condiciona a presença de água livre, gerando fluxo lateral e hidromorfia, dando origem ao horizonte eluvial. A presença de bandas onduladas testemunha essa evolução (Castro, 1989; Santos, 1995 e Oliveira, 1997); - e da *base para o topo*, de jusante para montante, onde as perdas laterais assinalam o

desenvolvimento de um pacote extremamente arenoso (>80% de areia), que se projeta em algumas vertentes sob e em outras sobre o Bt, ou ainda nas duas posições, como assinalada na Topossequência 1.

A partir dos resultados constata-se que a *frente de transformação* de jusante que atua do base para o topo é mais dinâmica, com maior poder de transformação, principalmente nas vertentes que margeiam o Ribeirão Água do São Francisco. Promove a remoção quase total dos finos, destruindo as organizações pedológicas (macro e micro). O avanço remontante dessa frente resulta na ampliação das áreas de instabilidade declarada, e de instabilidade potencial cada vez mais a montante na vertente.

Tal correlação e suas possíveis implicações constituem o tema do próximo capítulo que parte dessa premissa para estabelecer as possíveis relações entre a cobertura pedológica (espacialidade e temporalidade) e as formas do relevo da área em estudo, numa tentativa de entender sua evolução morfopedológica.

CAPÍTULO IV: A ORGANIZAÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO

Através da *Análise Estrutural* e da carta de isodiferenciação de uma unidade elementar de paisagem é possível, segundo Pellerin & Helluin (1988), visualizar sinteticamente as relações espaciais existentes entre organizações complexas, porém geneticamente ordenadas na paisagem. Foi o que se pôde constatar pelos resultados apresentados no capítulo anterior, que indicaram o reconhecimento de cinco (5) sistemas pedológicos na área de estudo, formados a partir de um mesmo substrato geológico – o arenito Formação Caiuá.

A partir do Quadro 2 e dos resultados da *Análise Estrutural* da cobertura pedológica explicitados no capítulo anterior, foi possível propor um *modelo de distribuição dos sistemas pedológicos* na paisagem e um *modelo de evolução morfopedológica* da área em estudo, com base nas relações genéticas e espaciais desses sistemas com as feições do relevo (forma e declividade de vertente e rupturas de declive).

IV.1 - Modelo de Distribuição dos Sistemas Pedológicos No Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco

Os sistemas pedológicos que compõem a cobertura pedológica da área em estudo, indicaram organização e distribuição intrinsecamente ligadas a morfologia das vertentes, sugerindo segundo Salomão (1994), uma boa “interação do comportamento hídrico com as transformações pedológicas e com a configuração topográfica”. Assim, é possível, através de análises comparativas das formas do relevo e dos sistemas, reconhecer a existência de um padrão de distribuição dos sistemas pedológicos na paisagem, como adiante se explica.

I- Latossolo – Areia Quartzosa

Este sistema caracteriza-se por apresentar cobertura latossólica recobrindo quase a totalidade da vertente, passando gradativamente a areia quartzosa no fundo do vale, sob forte hidromorfia e com afloramento do lençol freático. Ocorre preferencialmente em cabeceiras de drenagem como demonstra a Topossequência 6, e vales em berço de baixa declividade.

A sua posição na paisagem correlacionada a topografia e morfologia do terreno e as demais características físicas da cobertura (discutidas nos capítulos anteriores), proporcionam condições favoráveis a concentração de águas superficiais, que podem ocasionar o desenvolvimento de ravinas e voçorocas, sobretudo a partir do terço inferior da vertente e sulcos provocados pelo pisoteio do gado, em áreas de pastagens (Foto 3).



Foto3: Ravina formada a partir do pisoteio do gado, que favorece a concentração do escoamento superficial (Topossequência 2).

Corresponde à *zona de estabilidade precária – cabeceiras de drenagens e vales em berço* (Gasparetto, et al., 1995 – inédito), descrito no Quadro 1 e apresentada no Mapa de Zonas de Risco (Mapa 6). O mapa foi atualizado a partir dos resultados desta pesquisa, definindo com maior precisão os limites das zonas.

II- Latossolo – Solo Podzólico - Latossolo

Este sistema é encontrado em vertentes relacionados a vales em berço e cabeceiras de drenagens, com forma convexa retilínea de baixa declividade (<6%) e topos aplainados quase sempre em altitude superior a 500 metros, com ou sem ruptura de declividade. Caracteriza-se por apresentar predomínio de cobertura latossólica com poucas variações morfológicas, nos segmentos de montante e jusante e cobertura podzólica no segmento de média vertente, associada a ruptura de declividade de algumas vertentes, conforme demonstram as toposseqüências 2 e 3.

Conforme descrito no capítulo anterior, corresponde a um sistema de transformação pouco evoluído, transformando a cobertura latossólica em podzólica. Segundo Salomão (1994) e Cunha (1996), esse tipo de sistema de transformação conduz a uma alteração na intensidade e direção do fluxo hídrico ao longo das vertentes, passando a predominar os fluxos verticais no topo e laterais na média vertente em sentido jusante .

A dinâmica de tal sistema está associada a processos de ravinamento pouco intensos, desencadeados na grande maioria pelo escoamento superficial concentrado nas trilhas do gado (Foto 4), a partir da média baixa vertente até o fundo do vale. Podem ser classificados em *zonas estáveis* na cobertura latossólica de montante; e *zonas de estabilidade precária* na cobertura podzólica e latossólica de jusante. Nesta zona a alteração da direção do fluxo subsuperficial pode torná-la suscetível aos processos acima citados, podendo evoluir para voçorocas.

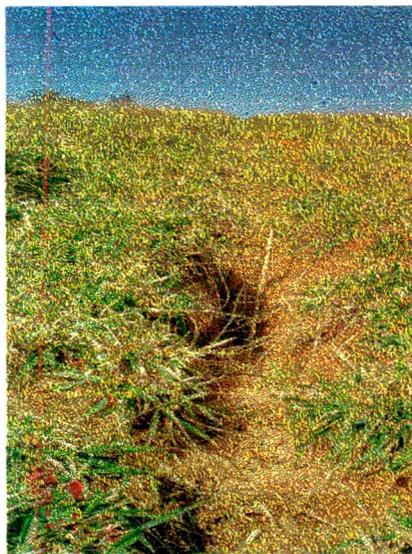
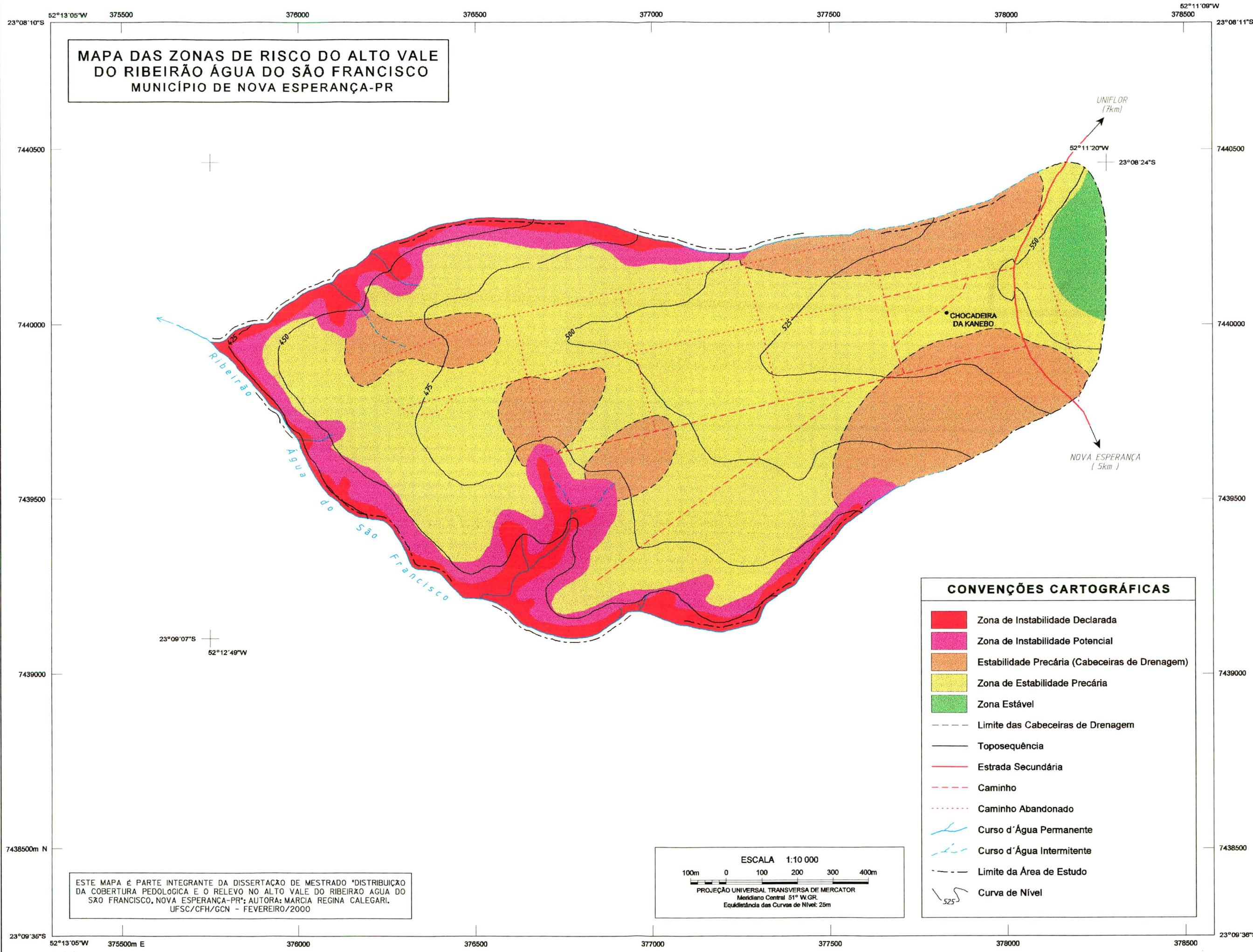


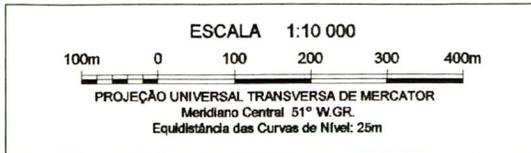
Foto 4: Ravina instalada em trilha de gado abandonada

**MAPA DAS ZONAS DE RISCO DO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO
MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA-PR**



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

	Zona de Instabilidade Declarada
	Zona de Instabilidade Potencial
	Estabilidade Precária (Cabeceiras de Drenagem)
	Zona de Estabilidade Precária
	Zona Estável
	Limite das Cabeceiras de Drenagem
	Toposequência
	Estrada Secundária
	Caminho
	Caminho Abandonado
	Curso d'Água Permanente
	Curso d'Água Intermitente
	Limite da Área de Estudo
	Curva de Nível



ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado "DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA PEDOLÓGICA E O RELEVO NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO, NOVA ESPERANÇA-PR"; AUTORA: MARCIA REGINA CALEGARI. UFSC/CFH/GCN - FEVEREIRO/2000

Fontes:
Base Cartográfica-Restituição Aerofotogramétrica (foto n.02865), Equidistância de 5m, Escala 1:10000, SEMA-PR;
Fotografia Aérea n. 02865, Escala 1:25000, ITC-PR, 1980;
Zonas de Risco: Carta Geotécnica Nova Esperança-PR (Convênio UEM/DGE-SUCEAM, 1994/95, Inédito), Escala 1:25000.

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento do Depto. de Geociências, CFH/UFSC
Digitalização: Geóg. Márcia Regina Calegari; Edição: Geóg. José Henrique Vilela (Jan/2000)

III - Latossolo – Solo Podzólico – Solos Rasos

Apresentam predomínio de cobertura latossólica até a média baixa vertente, seguida de Solo Podzólico e Solos Rasos, este último associado a rupturas de declividade que alteram a declividade da vertente, acentuando-a em direção ao talvegue. Ocorrem preferencialmente em vertentes convexas nítidas com topos aplainados (<6 % de declividade), e ruptura no terço inferior, com afloramento ora da rocha alterada, ora do horizonte C, sob influência do lençol freático quando o grau de declividade é menor.

É representado pelas topossequências 10 e 8 , que assinalam maiores variações no segmento de média vertente, onde a cobertura latossólica passa a podzólica, com aumento do gradiente textural, passando a Solos Rasos a partir da ruptura.

A tal sistema, considerado de transformação mais avançado, estão associados processos erosivos lineares desenvolvidos a partir do escoamento superficial e subsuperficial na cobertura podzólica (*zona de estabilidade precária*) e movimentos de massa generalizados (*zona de instabilidade potencial e declarada* no fundo do vale). A partir das cicatrizes desses movimentos na vertente, desencadeados pela declividade (>45%) e influência do lençol freático podem ser desenvolvidas ravinas e voçorocas de difícil controle, chegando a atingir a cobertura podzólica de montante.

IV - Latossolo – Solo Podzólico - Areia Quartzosa – Solo Hidromórfico

Caracterizam-se por apresentar sistema de transformação lateral do tipo e-iluvial e predomínio de cobertura latossólica no segmento de topo, podzólica no de média vertente e areia quartzosa e Solo Hidromórfico no de jusante e fundo de vale respectivamente. Constitui-se no mais complexo sistema do interflúvio e mais representativo do contexto regional. É encontrado em vertentes longas, convexas-



Foto 5: Ravina instalada no segmento de média vertente, em solo Podzólico.

retilíneas e convexas-côncavas, conforme ilustram as Topossequências 1, 4 e 5, com topos longos e aplainados (<6% de declividade), localizados acima de 500 m de altitude. Nas vertentes com tais características no interflúvio em estudo, é comum a ocorrência de quedas d'água geradas

por voçorocas com fenômeno de 'piping', cuja cabeceira foi estabilizada, passando a comportar-se como drenagem perene, conforme constatado em campo.

Esse sistema com alteração da cobertura latossólica de montante para podzólica na média vertente é comandado por duas frentes de transformação: *uma* a montante, menos dinâmica que degrada o Bw dando origem ao Bt, alterando a direção do fluxo subsuperficial de vertical para lateral; e *outra* a jusante, que evolui em sentido remontante, destruindo a base do Bt e dos demais horizontes do fundo do vale, dando origem a areia quartzosa por processos como a lixiviação e a lessivagem, favorecidos pela situação topográfica e declividade da vertente.

É nesse setor da vertente, associado a esse tipo de cobertura que se localizam os processos erosivos mais agressivos e evoluídos na vertente (Foto 5), caracterizando-se como *zona de instabilidade declarada e instabilidade potencial*, com alta incidência de ravinas em diferentes estágios, estando as mais evoluídas assinaladas no Mapa Morfopedológica (Mapa 3). No fundo do vale, como descrito em Gasparetto et al. (1995-inédito), observa-se o recuo das margens dos cursos d'água por desmoronamento e erosão remontante que podem extrapolar o domínio da areia quartzosa atingindo o Solo Podzólico de montante; e nas vertentes com maior declividade no fundo do vale são assinalados processos de movimentos de massa com afloramento do lençol nos períodos mais chuvosos, condicionando a degradação dos horizontes pedológicos que chegam a esse setor. Este sistema apresenta, em seus diferentes segmentos, características compatíveis com todas as *zonas de risco*, sintetizadas no Quadro 2. Assim, tem-se:

- *Zona estável*: corresponde ao setor de abrangência da cobertura latossólica;
- *Zona de estabilidade precária*: definida pela cobertura podzólica;
- *Zona de instabilidade potencial*: localizada na passagem do Solo Podzólico para areia quartzosa, e áreas de predomínio da areia quartzosa;
- *Zona de instabilidade declarada*: abrange os fundos de vale com areia quartzosa, hidromorfizada ou não, e solos rasos.

V - *Solo Podzólico – Solos Rasos*

Ocorre preferencialmente em vertentes convexas abruptas e/ou nítidas, com topos curtos e convexos (> 6 % de declividade), abaixo de 480-500 metros de altitude e rupturas de declividade no terço inferior da vertente. Caracteriza-se por apresentar cobertura podzólica do topo até o terço inferior da vertente e Solos Rasos até o fundo do vale, este último definido pela ruptura de declive que altera a declividade da vertente, acentuando-a em direção ao talvegue. Nas vertentes que assinalam ruptura suave e ligeiramente côncava no fundo do vale, são encontradas as areias quartzosas abaixo do Solos Rasos, conforme constatado por Calegari et al. (1997 b – inédito)

Nas vertentes com ruptura de declividade forte, semelhante à das toposseqüências 9 e 10, os Solos Rasos apresentam-se, em alguns períodos do ano, sob maior influência do lençol freático, o qual, nos períodos mais secos, mantém-se mais profundo, no contato com a rocha. Os processos de movimento de massa são generalizados nesse setor conforme demonstra o Mapa Morfopedológico (Mapa 3).

A cobertura podzólica apresenta alto gradiente textural entre os horizontes eluvial *E*, arenoso e espesso (> 80 cm) e o B textural *Bt*, argiloso, bem desenvolvido, assinalando forte hidromorfia no contato entre ambos.

Constitui-se num sistema cuja transformação lateral atingiu o topo da vertente, generalizando a cobertura podzólica em toda sua extensão. Assim, este sistema configura-se como o mais frágil perante a morfogênese desta unidade de paisagem, porque o elevado gradiente textural evidenciado, quando associado à forma da vertente condiciona o predomínio do escoamento subsuperficial lateral e superficial (difuso e concentrado), criando condições ao desenvolvimento de processos como sulcos e ravinas, sobretudo sob pastagens, onde o pisoteio constante do gado pode acentuar a incidência de tais fenômenos. Sem medida de contenção, podem evoluir a voçorocas.

Apresenta *zona de instabilidade potencial e declarada*, na cobertura podzólica e litossólica, respectivamente.

Assim constata-se que o desequilíbrio morfopedológico está condicionado principalmente pela forma e posição no relevo, em relação ao estágio de evolução da cobertura

pedológica, definindo as zonas de risco (Gasparetto, et al., 1995- inédito), conforme ilustra a Figura 12. A análise dos mapas revelou que os limites dessas zonas acompanham as feições do relevo, sobretudo as rupturas de declive, que por sua vez definem a abrangência e espacialidade dos sistemas e da cobertura pedológica enquanto “*continuum*” que recobre esta unidade de paisagem, precisada através da *Análise Estrutural* em escala de detalhe.

Na Figura 12 é possível observar uma perfeita correlação entre o solo, as zonas de risco (Gasparetto, at al., 1995 – inédito) e a morfologia do relevo. A *zona estável* corresponde ao segmento de montante, com topos longos e aplainados com predomínio de cobertura latossólica e pouca incidência de processos erosivos. Porém, dada a alta susceptibilidade aos processos erosivos apresentada pela cobertura pedológica (da região como um todo), esta área é considerada “estável” desde que tomadas precauções em relação ao controle do escoamento superficial .

A *zona de instabilidade potencial* compreende basicamente a cobertura podzólica. Indica maior desequilíbrio morfopedológico, sendo altamente suscetível aos processos erosivos (lineares e difusos) favorecidos pela configuração desse setor da vertente e do tipo de solo que definem a circulação hídrica (direção e intensidade). Requer cuidados, principalmente nas áreas de cabeceiras de drenagem e vales em berço, consideradas as mais frágeis, devido a morfologia e posição na paisagem que condiciona a concentração do escoamento superficial.

Abrangendo as *zonas de instabilidade potencial e declarada*, o segmento de jusante apresenta cobertura litossólica instável, devido a proximidade e influência do lençol freático. Os processos erosivos são mais frequentes e intensos, promovendo retirada de materiais em super e subsuperfície. Tem-se nesse setor uma intensa morfogênese, cujas conseqüências são refletidas nos segmentos de montante, alterando-lhes o potencial hídrico, que de forma direta ou indireta influencia a pedogênese e a organização espacial dos solos ao longo da vertente.

PERFIL TOPOGRÁFICO

Distribuição das Zonas de Risco (Nova Esperança - PR)

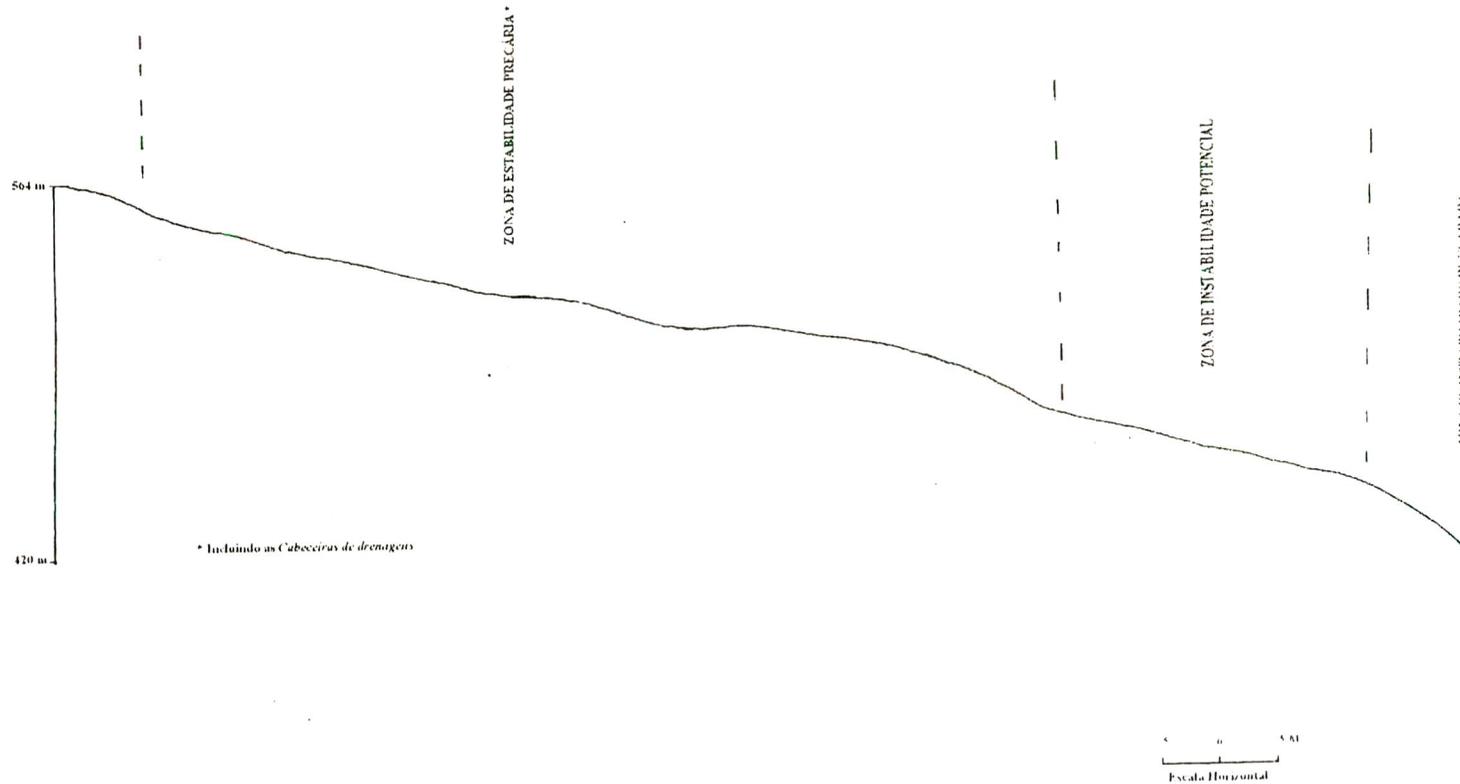


Figura 12: Perfil Topográfico - distribuição das zonas de risco

Base Cartográfica: Restituição Aerofotogramétrica
(Foto n. 2865), Equidistância 5 m,
Escala 1:10.000

Isto posto, percebe-se que os resultados estão em consonância com os apresentados por Cunha (1996) em Umarama, e pelo Mapeamento Geotécnico (Gasparetto et al., 1995-inédito), assinalando os segmentos de média vertente e de jusante como os mais susceptíveis aos movimentos em massa. Estes podem evoluir desencadeando processos linear mais agressivos (ravinas e voçorocas), favorecidos pela organização pedológica que, às expensas de suas características morfológicas, favorecem a instalação de fluxos hídricos laterais subsuperficiais, acelerados pelo uso e manejo dos solos nem sempre adequados.

IV.2- Modelo de Evolução Morfopedológica

Os sistemas pedológicos revelam relações hierárquicas de espacialidade e temporalidade, corroborando a hipótese que permite admiti-los como estágios de um sistema de transformação lateral, instalado em uma cobertura pedológica inicial, composta basicamente de Latossolo. Este Latossolo teria sua gênese ligada à pedogenização dos horizontes de alteração do arenito Caiuá, respeitando as disposições e orientações estruturais desse substrato.

O sistema de transformação lateral (Boulet, et al., 1990) ter-se-ia instalado devido a alguma alteração de ordem bioclimática e/ou tectônica, desencadeando o desenvolvimento de nova cobertura concordante com as novas condições postas, assim como colocam Boulet, et al. (1990). Para eles, o sistema de transformação com cobertura e dinâmica concordantes com a topografia atual se desencadeia, quando as condições do meio se modificam no espaço e /ou no tempo, suficientemente para que as condições pedobioclimáticas alterem o equilíbrio das organizações elementar. Transformando essas organizações, dá origem a novas estruturas, em equilíbrio com as novas condições pedobioclimáticas, correspondendo ao desenvolvimento de novas seqüências.

As causas do possível desequilíbrio evidenciado na área de estudo e no contexto regional fogem ao âmbito desta pesquisa, não sendo por isso abordadas.

Assim, a partir dos resultados da *Análise Estrutural*, admitindo-se a hipótese de instalação do sistema de transformação lateral e-iluvial, na cobertura latossólica inicial foi possível constatar a presença de cinco (5) estágios de evolução que permitem estabelecer

uma proposta de um *modelo (hipotético) de evolução morfopedológica* para o interflúvio em estudo (Figura 13)

- **ESTÁGIO I:** provavelmente o relevo era mais plano e a vertente menos inclinada, com predomínio de cobertura latossólica homogênea, favorecendo a infiltração vertical. A presença do lençol em subsuperfície, associada ao escoamento super e subsuperficial, cria condições de hidromorfia no fundo do vale, que desencadeiam a instalação de uma drenagem perene. As condições de fundo de vale proporcionam o desenvolvimento de um pacote arenoso com dinâmica remontante, projetando-se nesta direção sobre a cobertura latossólica.
- **ESTÁGIO II:** Tem-se a instalação de um sistema de transformação lateral onde a cobertura latossólica homogênea predominante apresenta variações texturais e estruturais na média baixa vertente, dando início ao desenvolvimento da cobertura podzólica com fluxo subsuperficial lateral. Concomitante ao avanço da frente de transformação tem-se o entalhe do talvegue e uma ligeira acentuação na forma convexa da vertente, através de processos erosivos em superfície.

Quadro 6: Correlação entre os Estágios de Evolução e os Sistemas Pedológicos

ESTÁGIO DE EVOLUÇÃO	SISTEMA PEDOLÓGICO	TOPOS.
I -	Latossolo – Areia Quartzosa (I)	9
II -	Latossolo – Solo Podzólico - Latossolo (II)	2 e 3
III -	Latossolo – Solo Podzólico – Solos Rasos (III)	8 e 10
IV -	Latossolo – Solo Podzólico – Areia Quartzosa – Solo Hidromórfico (V)	1, 4 e 5
V -	Solo Podzólico – Solos Rasos (IV)	6 e 7

Org. e Confecção: Calegari. 2.000

- **ESTÁGIO III:** A frente de transformação avança em sentido remontante concomitante ao aprofundamento do talvegue que tem como testemunho a definição da ruptura convexa de declividade no terço inferior da vertente. O

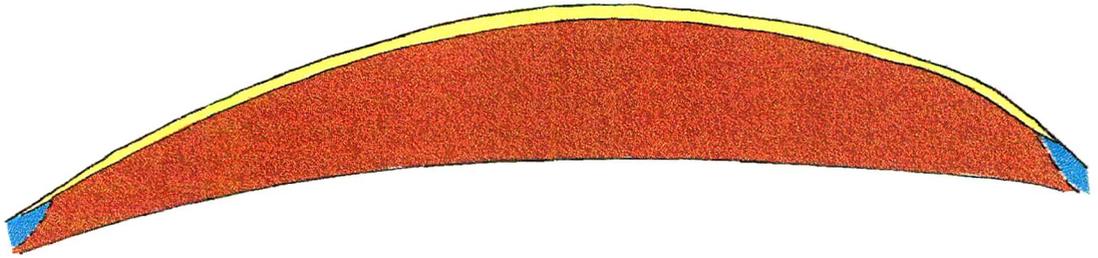
gradiente textural vertical no latossolo de montante se acentua, com predomínio de fluxo lateral ao longo da cobertura podzólica; e no fundo do vale, uma segunda frente de transformação começa a desenvolver-se resultando no espessamento do pacote arenoso de jusante, e influenciado pelo lençol freático. Naqueles vales, onde o aprofundamento do talvegue é mais pronunciado, constata-se o desenvolvimento de Solos Rasos simultaneamente a sua degradação pelos processos de movimentos de massa que começam a instalar-se. A gênese desses processos está ligada provavelmente à presença do lençol em subsuperfície e à ação da gravidade, promovendo recuo paralelo da vertente nesse setor.

- **ESTÁGIO IV:** As frentes de alteração de montante quase se encontram no topo. A cobertura podzólica é predominante na vertente, recobrando parte do segmento de jusante e montante e o de média vertente por completo. O gradiente textural se acentua, promovendo modificações de porosidade e diminuição da capacidade de infiltração, condicionando a presença de hidromorfia, responsável pelo empobrecimento de argila e formação do horizonte arenoso subsuperficial (Salomão, 1994). Tem-se assim o desenvolvimento do horizonte eluvial no topo do Bt, a partir da destruição, deste último, do topo para a base. O testemunho dessa evolução é dado pela presença de bandas onduladas. A frente de transformação de jusante age degradando o horizonte textural da base para o topo, promovendo retirada dos finos e espessamento do pacote arenoso nos fundos de vale menos íngremes, e Solos Rasos naqueles mais íngremes. A vertente tem sua forma ligeiramente alterada, denunciando as perdas em super e subsuperfície, por erosão linear e movimentos de massa.

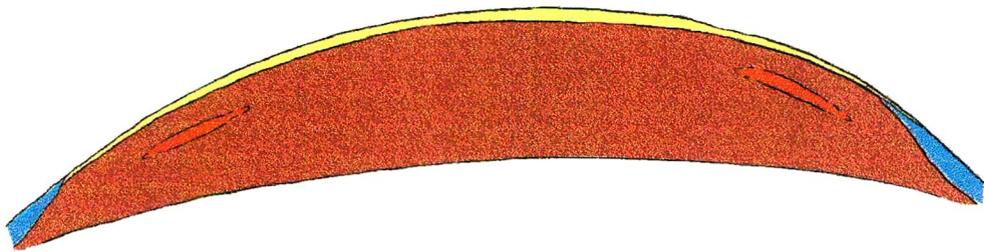
- **ESTÁGIO V:** As frentes de transformação de montante se encontram, completando a transformação da cobertura latossólica inicial em podzólica concordante com a topografia e dinâmica atual, assinalando predomínio de fluxo

**MODELO DE EVOLUÇÃO MORFOPEDOLÓGICA
NO ALTO VALE DO RIBEIRÃO ÁGUA DO SÃO FRANCISCO
Nova Esperança – Pr**

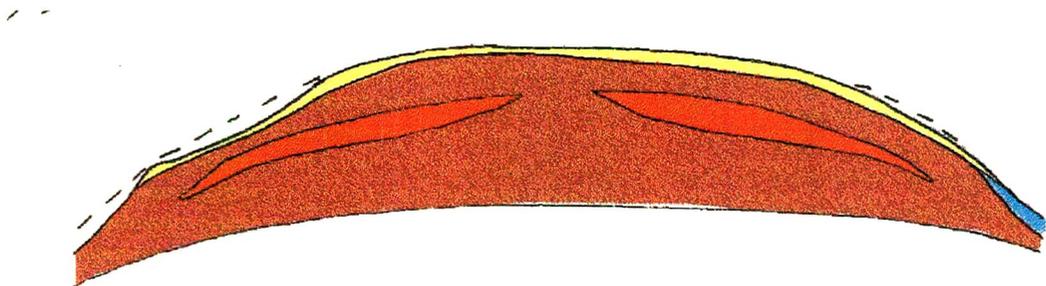
ESTÁGIO I



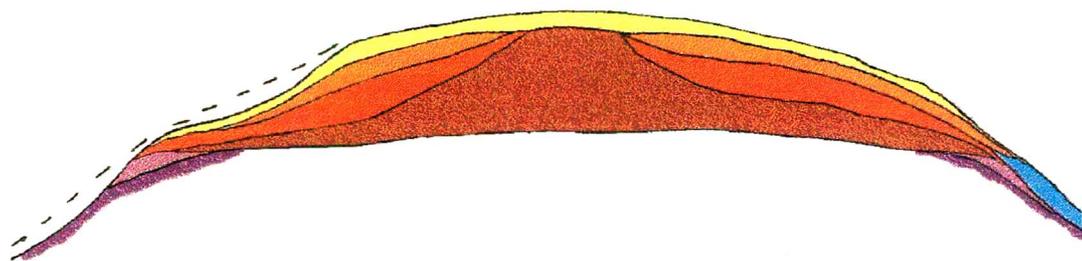
ESTÁGIO II



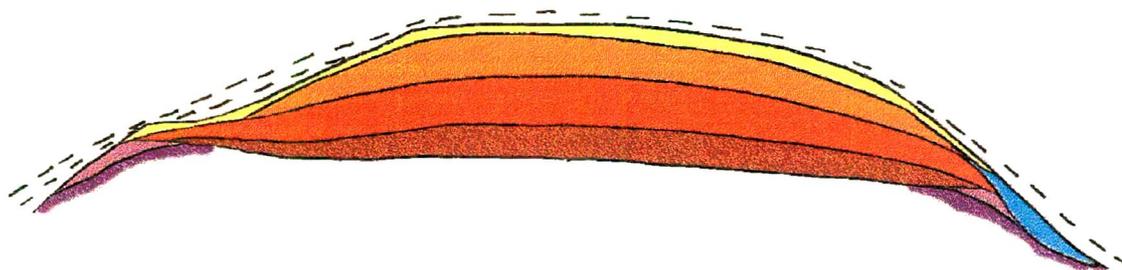
ESTÁGIO III



ESTÁGIO IV



ESTÁGIO V



LEGENDA

	- Horizonte Ap
	- Horizonte E
	- Horizonte B textural (Bt)
	- Horizonte B latossólico (Bw)
	- Areia Quartzosa (Aq)
	- Horizonte C
	- Arenito alterado

Org. e Confeção: CALEGARI, 2.000

Figura 13: Modelo de Evolução Morfopedológica

lateral devido ao forte gradiente textural entre o horizonte subsuperficial eluvial arenoso (E) e o textural (Bt). O horizonte eluvial se espessa em detrimento da diminuição vertical do Bt. Ocorre rebaixamento da vertente devido a remoção e transporte de materiais em super e subsuperfície. A frente de transformação de jusante apresenta dinâmica intensa tendo a ruptura de declividade no terço inferior da vertente como seu limite inferior. A vertente adquire forma convexa-côncava, com topo curto e ruptura de declividade no terço inferior da vertente. A ruptura de declividade é realçada pela atuação dos processos de movimento de massas (solifluxão, desmoronamento e deslizamento) que atuam no seu entorno, motivando o recuo paralelo da vertente, na busca de seu novo perfil de equilíbrio morfológico. Ao atingir tal estágio a vertente torna-se muito vulnerável aos processos erosivos que podem desenvolver-se em todos os setores, promovendo o rebaixamento e reafeiçoamento do modelado. Tem sido encontrado na paisagem somente em vertentes convexas nítidas, localizadas abaixo de 500–480 m de altitude. Constata-se também um ligeiro adensamento da rede de drenagem, prevalecendo o padrão dendrítico aberto, conforme observado no setor norte do município onde se constata com maior frequência este estágio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados da *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica* no alto vale do Ribeirão Água do São Francisco foram reconhecidos cinco sistemas pedológicos, compostos de :

- I - Latossolo – Areia Quartzosa
- II - Latossolo – Solo Podzólico - Latossolo
- III - Latossolo – Solo Podzólico – Solos rasos
- IV – Solo Podzólico – Solos rasos
- V - Latossolo – Solo Podzólico – Areia Quartzosa – Solo Hidromórfico

A análise de tais sistemas em sua organização bi e tridimensional (Mapa de isodiferenciação) correlacionada com a morfologia das vertentes revelou que os diferentes sistemas que revelam a distribuição atual dos solos é resultado da evolução de uma única cobertura pedológica, isto é, de um sistema de transformação pedológica (do tipo e- iluvial), que evolui transformando a cobertura latossólica inicial em podzólica.

Os cinco estágios definidos no capítulo anterior demonstram como a cobertura podzólica se desenvolve na paisagem destruindo a latossólica. Inicia sempre no terço inferior das vertentes, projeta-se a montante. Concomitante ao avanço dessa frente de transformação de montante tem-se o desenvolvimento da Areia Quartzosa no sopé da vertente (frente de transformação de jusante). Ambas de carácter remontante, evoluem até que a cobertura podzólica atinja o topo da vertente – *Estágio 5*.

A atuação dessas frentes de transformação promove a diferenciação lateral e vertical nas organizações elementares e estruturas pedológicas, dando origem a uma nova cobertura que ainda busca seu equilíbrio com as condições atuais de clima e relevo.

Assim, conclui-se que :

- os Latossolos têm sua gênese relacionada à alteração da rocha subjacente, sendo a cobertura mais antiga sobre a qual se delineou a rede de drenagem;
- o Solo Podzólico, mais contemporâneo, originou-se a partir da instalação do sistema de transformação remontante na cobertura inicial, desencadeado por algum desequilíbrio (bioclimático e/ou tectônico).

E, finalmente, constata-se a existência de boa relação entre os tipos de solos (sistemas pedológicos) e o modelado. Em relevo mais dissecado encontram-se os sistemas mais complexos com transformação lateral avançada e naqueles menos dissecados os sistemas mais simples, pouco evoluídos.

Esta disposição e dinâmica dos sistemas pedológicos na paisagem, sob forte influência da morfologia das vertentes associada ao uso do solo, constituem a principal causa do desequilíbrio geomorfológico constatado na área de estudo. Nesse caso fica difícil afirmar o que comanda o que, a morfogênese ou pedogênese.

A morfogênese parece ser mais atuante nos segmentos de jusante e média vertente agindo por processos de movimentos de massa e lineares, respectivamente. Tem-se nesses segmentos recuo paralelo da vertente e retirada de materiais em super e subsuperfície pela erosão em ravinas e voçorocas, acentuando a ruptura de declividade de jusante, e no segmento de média vertente, a instalação de novos cursos d'água originando novas cabeceiras de drenagem.

Ainda através da *Análise Estrutural* foi possível precisar com maior propriedade e riqueza de detalhes os limites das zonas de risco definidas por Gasparetto et al. (1995 – inédito) apresentado no Mapa de Zonas de Risco (Mapa 6), bem como os tipos e incidência de processos erosivos de cada zona. A correlação de todos os dados obtidos para o interflúvio indicaram que os limites de tais zonas acompanham as feições do relevo, sobretudo as rupturas de declive, que por sua vez definem a abrangência e espacialidade dos sistemas e da cobertura pedológica enquanto “*continuum*” que recobre a unidade de paisagem.

Diante do exposto, constata-se que o desequilíbrio morfopedológico está condicionado principalmente pela forma e posição dos solos no relevo, cuja organização reflete estágio de evolução da cobertura pedológica, definindo as zonas de risco (Gasparetto, et al., 1995- inédito) conforme ilustra a Figura 12.

Algumas questões ainda permanecem sem resposta, merecendo estudos mais acurados:

- comportamento dos fluxos hídricos super e subsuperficiais;
- micromorfologia; porosidade;
- dinâmica dos sistemas de transformação de jusante que dá origem a Areia Quartzosa, ainda pouco explorada na região e

- controle estrutural e mudança de nível de base que poderiam estar influenciando na evolução geomorfológica da região.

No entanto, percebe-se que os resultados obtidos na presente pesquisa (através do estudo detalhado) vem ao encontro dos apresentados por Cunha (1996) em Umuarama, e pelo Mapeamento Geotécnico (Gasparetto et al., 1995- inédito), assinalando os segmentos de média vertente e de jusante como os mais susceptíveis aos movimentos de massa e seguidos pela erosão linear, ambos favorecidos pela organização pedológica, que oferece condições à instalação de fluxos hídricos laterais subsuperficiais, acelerados pelo uso e manejo do solo nem sempre adequados.

Estes resultados foram obtidos graças ao auxílio de softwares (MicroStation, Surfer e Idrisi). Obteve-se uma perfeita correlação entre o solo, as zonas de risco (Gasparetto et al., 1995 – inédito) e a morfologia do relevo. Isto deve-se à integração dos dados precisos da *Análise Estrutural* a uma boa base cartográfica, ambas em escala de detalhe. Sem uma boa base cartográfica é praticamente impossível atingir o grau de precisão aqui obtido, donde se constata, conforme dito acima, precisa correlação entre todos os elementos envolvidos na análise.

Constata-se assim que o geoprocessamento se constitui numa importante ferramenta, possibilitando o cruzamento e armazenamento de informação, enriquecendo ainda mais esta abordagem de estudo. E que somente através de seu uso será possível esclarecer algumas das questões acima, cujas respostas só serão obtidas a partir de análise em nível regional.

E, mais uma vez, percebe-se a eficácia da *Análise Estrutural* em estudos de detalhe e na representação cartográfica dos resultados, que contribuem no entendimento da tão complexa *evolução morfogenética*.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA , M. A . de, MELLO, M. S. (1980) Geologia do Oeste paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. *In: Congresso Brasileiro de Geologia 31*. Camboriú. Mesa Redonda: A formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes. São Paulo: SBG.1980.P. 31-43 (Publicação Especial, 7).
- ANTOINE, P.(1977). Réflexions sur la cartographie ZERMOS et bilan des expériences en cours. *Bulletin du B.R.G.M.* (2) III, pp. 9-20.
- AB'SABER, A .N. (1973). A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. São Paulo. IGEOG-USP, *Geomorfologia 41*, 39p.
- AB'SABER, A .N. (1982). Degradação da natureza por processos antrópicos , na visão dos geógrafos. *In: Inter- Fáci es: Escritos e Documentos*. nº106, IBILCE-UNESP- São José do Rio Preto, 1- 27p.
- BACKER, C. H. (1923). The lava field of Paraná Basin. *Shout America - Journal of Geology*, 31.
- BARCELOS, J. H. (1991). Formação Caiuá (Cretáceo da Bacia Sedimentar do Paraná): Implicações paleoambiental paleoclimática e tectono-sedimentar. *Geociências* , São Paulo, v.10, p. 79-99.
- BARBIERO, L. (1994). *Les sols alcalinisés sur socle dans la vallée du fleuve Niger: origines de l'alcalinisation et évolution des sols sous irrigation*. Thèse Doct. ENSA- Rennes, 209p.
- BARCZYSCZYN, O . ; NAKASHIMA, P. (1996). Estudo da cobertura pedológica e movimento de solo no vale do Ribeirão Palmital – Cidade Gaúcha (PR). *In: V*

Encontro Anual de Iniciação Científica. CNPq – PIBIC -UEL-UEM- UEPG-UNIOESTE, Londrina, p.118.

BASTOS, M.A P. & RIBEIRO, A. G. (1991). **A distribuição espacial da cultura do café no estado do Paraná – ano 1985.** I Encontro de Iniciação Científica, Maringá – Paraná. CNPq – PPG – UEM.

BELTRAME, A. ; BOULET, R.; CASTRO,S. S.; PELLERIN,J.; QUEIROZ NETO.; REBELO.L. V. & SCHEIBE, L. F. (1991). Dépressions fermées et sols développés sur migamtites du Plateau Atlantique sub-brésilien (état de Sta. Catarina). **Caen, “Table Ronde: Organisation et dynamique de la couverture pedologique”**, (resumo).

BIGARELLA, J. J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. (1985). Visão integrada da problemática da erosão. *In: III Simpósio Nacional de Controle de Erosão.* Maringá, ABGE, ADEA. Maringá – PR ,332p.

BOCQUIER, G. (1971). **Gènèse et évolution de deux toposséquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogeodynamique.** Thèse Sci. Et Mém. ORSTOM, 62, 1973, 350p.

BÓSSIO, N. J. & LANDIM, P. M. M. (1971). Um estudo sedimentológico sobre a Formação Caiuá. **Bol. Paran. Geoc., (28/29): 145-157.**

BOULET, R. (1974). **Toposséquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Équilibre et déséquilibre pédobioclimatique.** Thèse Sci. Strasbourg et Mém. ORSTOM, 85, 1978 ,272 p.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X. et LUCAS, Y. (1982a). **Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie.** Cah. ORSTOM. Sér. Pedol. Vol. XIX, n° 4 , p 309-321.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X. et LUCAS, Y. (1982b). **Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie.** II Une Méthode d’analyse prenant en compte

l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologique. Cah. ORSTOM. Sér. Pedol. Vol. XIX, n° 4 , p 323-339.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X. et LUCAS, Y. (1982b). **Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie**. III. Passage de la phase analytique à une cartographie général synthétique.. Cah. ORSTOM. Sér. Pedol. Vol. XIX, n° 4 , p 323-339.

BOULET, R. (1988). Análise estrutural da cobertura pedológica e cartográfica. *In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência do solo*. Campinas, 1987. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, p. 79-90.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; et LUCAS, Y. (1990). Os sistemas de Transformação em Pedologia. **Boletim de Geografia Teorética** , 20 (39), p 5-20.

BOULET, R. (1992) Uma evolução recente da Pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do solo. *In: III Congresso ABEQUA - Belo Horizonte*, p 43 -59.

BOULET, R.; LUCAS, Y.; FRITSCHI, E.; PAQUET, H. (1993). Géochimie des paysagens; les rôle des couvertures pédologiques. **Coll. "Sédimentologie et géochimie de la surface"** à la memoire de George Millot. P.55-76.

BOULET, R; CURMI, P. ; PELLERIN, J.; QUEIROZ-NETO, J. T. (1995). A contribution to na understading of landscape development through three-dimensional morphological analysis of a pedological cover (Paulinia, State of São Paulo, Brazil). *In: Geomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, n°1. Revue du Groupe Français de Geomorfologie, p. 49-59.

BRASIL - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL (1977). **Projeto Noroeste do Paraná**. Série informativa 2, 2ª Edição. SUDESUL, Porto Alegre, RS.

- CALEGARI, M. R.; VOLKMER, S. (1997a). Estudo da Cobertura Pedológica no Vale do Ribeirão Água do São Francisco – Nova Esperança (PR). *In: Anais do VI Encontro Anual de Iniciação Científica - CNPq-EPG-UEL-UEM-UNIOESTE* p.58.
- CALEGARI, M. R. ; NAKASHIMA, P; VOLKMER, S. (1997b). Estudo da Cobertura Pedológica no Vale do Ribeirão Água do São Francisco – Nova Esperança –PR. **Relatório Final de Iniciação Científica**. PIBIC – CNPq – DGE-PPG- UEM, Maringá (PR), 51p (Inédito).
- CAMPOS, J. O .; BLAKE, E. H. de T.; ROMANO, O . (1992). Arenitos do Caiuá – Notas sobre as ocorrências. **Geociências**. São Paulo, 1: 29 - 47.
- CASTRO, S. S. de (1990). **Sistema de transformação pedológica em Marília: B latossólico em B textural**. São Paulo: USP. 274p. (Tese de doutorado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.
- CHAUVEL. A . (1976). **Recherches sur la transformacion des sols ferralitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées**. Trav. et Doc., 62 .532p (Tese – Doutorado), Université de Strabourg, ORSTOM.
- CUNHA, J. E. (1991). **Estudo da variação textural dos solos de Umuarama (PR) – Contribuição para o mapeamento geotécnico**. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia (Monografia para obtenção de grau de bacharel em geografia).
- _____ (1996). **Caracterização Morfológica (macro e micro) e comportamento físico-hídrico de duas topossequências em Umuarama (PR): subsídios para avaliação dos processos erosivos**. São Paulo: USP. 129p. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

- CUNHA, J. E. , CASTRO, S. S. & SALOMÃO, F.X.T. (1999). Comportamento erosivo de um sistemas pedológico de Umuarama, Noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Solos**, 23: 943 – 951.
- DANA. J.D. (1969). **Manual de mineralogia**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 1ª Edição (10ª Tiragem), Rio de Janeiro.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – INST. DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1989). **Controle de Erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientação para o controle de voçorocas urbanas**. São Paulo, DAEET/IPT, p20.
- DELVIGNE, J. (1965). **Pédogenesé en zone tropical. La formation des minéraux secondaires en milieu ferralitique**. Mém. ORSTOM n° 13, Paris, 178 p.
- DERRUAU, M. (1967) **Précis de géomorphologie**. Paris. Masson Ed. Cie Ed. 415 p.
- EMBRAPA – IAPAR – Serviço de Levantamento e Conservação de Solos (1984). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba EMBRAPA – SNLCSI/SUDESUL/IAPAR. (EMBRAPA – SNLCS, Boletim Técnico 57).
- FASOLO, P. J.; CARDOSO, A. P.; HOCHMÜLLER, D. P.; RAUEN, M. J. J PÖTTER, R. O. (1988). **Erosão: Inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná**. Londrina: IAPAR. 20p. (IAPAR, Boletim Técnico, 23).
- FERNANDES BARROS, O. N. (1985). **Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, estado de São Paulo: ensaio Metodológico**. São Paulo.146p (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

FERNANDES BARROS, O. N. & QUEIROZ-NETO (1994). Microagregation des sols, cuirasse ferrugineuse et altérations des basaltes à Londrina (état du Paraná, Brésil). México, Acapulco, **15 ° Cong. Int. Ci. Solo** (resumo expandido).

FERNANDES, L. A. (1992). **A Cobertura Cretácea suprabasáltica do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): Os grupos Bauru e Caiuá**. São Paulo, USP – Instituto de Geociências (Tese de Doutorado).

FERREIRA, R. P. D. (1979). **Geomorfologia da Região da Serra do Limoeiro - SP**. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

_____ (1997). **Solos e morfogênese em São Pedro- SP**. São Paulo. 157p (Tese de doutorado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

FIDALSKI, L. (1997). Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região Noroeste do Paraná. **Rev. Umimar**, 19 (3) :845-851.

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. **Paris, C. R. Acad. Sci.** 316 – II: 693 – 700.

FILIZOLA, H. (1994). **O papel da erosão geoquímica na evolução do modelado da bacia de Taubaté, SP**. São Paulo. (Tese de doutorado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

FURIAN, S. (1994). **Mórfogene/Pédogenese en Milieu Tropical Humide de La Serra do Mar, Brasil: Contribution de l'alteration et de la pédogenese a une dynamique actuelle de glissement**. Sci. de la Terra - Univ. de CAEN/ Dpto. de Geografia- USP. (Tese de Doutorado).

- GALETI, P.A.(1984). **Práticas de controle à Erosão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Superior.
- GASPARETTO, N. V. L. & NAKASHIMA, P.(1995) **Caracterização do Meio Físico: Subsídio para o planejamento rural e urbano – Carta Geotécnica de Nova Esperança – PR**. Convênio FAMEPAR – SUCEAM – UEM-DGE, Maringá – PR. P.1 – 10 (Inédito).
- GASPARETTO, N. V. L (1999). **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o arenito Caiuá**. São Paulo, Instituto de Geociências- USP, 165p. (Tese de Doutorado)
- GUERRA, A . T. (1995). Processos erosivos nas encostas. *IN: Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos*. Orgs. A . T. Guerra e S. B. Cunha, 2ª Edição, Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 149 - 209
- GUIDICINI, G. & NIEBLE, C. M. (1983). **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo, Edgard Blusher, 196p.
- HUMBERT, M. (1977). La Cartographie ZERMOS modalités d'établissement des cartes des zones exposées à des risques liés aux mouvements du sous-sol. **Bulletin du B.R.G.M.** (2) III, pp. 5-8.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA - IBGE . **Censo agropecuário do Paraná – 1970/1975/1980/1985**, Rio de Janeiro.
- _____ **Censo Demográfico do Paraná – 1970/ 1980/ 1991 e 1996**, Rio de Janeiro.
- IMAY, J. (1997). **A produção familiar e a sericicultura no município de Nova Esperança (PR)**. Projeto de Qualificação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina – Dpto. de Geociências - Pós Graduação em Geografia. Florianópolis. 73p.

- JABUR, I. C. & SANTOS M. L. (1984). Revisão estratiográfica da Formação Cuiá. **Boletim de Geografia - UEM**, Maringá 2 (2):91 - 106
- JORGE, J. A . (1985). **Física a Manejo dos Solos Tropicais. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola.**
- KÖEPPEN,W. (1948). Climatologia. Com un estudio de los climas de la tierra, México, FCE. P. 145 -378.
- KRONEN, M. (1990). **A erosão do solo de 1952 a 1985 e seu controle no Paraná.** Londrina. IAPAR, 53p. (Boletim Técnico n° 30).
- KRUMBEIN , W. C. (1941). **The effects of abrasion on the size, shae and roundness of rock fragments.** J. Geol. 49:482 - 520
- LARACH, J.O .I; (coord.)CARDOSO, A .; CARVALHO, A . P.; HOCHMÜLLER, D. P.; RAUEN, M. de J., FASOLO, P. J.(1974). **Mapa de Aptidão Agrícola dos Solos do Noroeste do Estado do Paraná – Sistema de Manejo Desenvolvido (sem irrigação).** Escala 1/300.000
- LE BISSONNAIS, Y; BRAUAND, A. et JAMAGNE, M. (1989-90). Etude expérimentale sous pluie simulée de la formation des crôutes superficielles – Apport à la notion d'érosion de sols. **Cah. ORSTOM**, Sér. Pedologie, Vol. XXV, n° 1-2, p31-40.
- LE CŒUR, CH., AMAT, J.-P.; DORIZE, L.(1996). **Éléments de Géographie Physique: Chapitre 4 – Les agents et les processus de l'érosion - pour LE CŒUR, CH et GAUTIER, E.** Bréal éditions, 413p.
- LE MOS, R. C & SANTOS, R. D. (1982). **Manual de descrição e coleta do solo no campo - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 2ª Edição.** Campinas- SP.

- LEPSH, I. F.; BUOL, S. W. & DANIELS, R.B (1977). Soil-landscape relationships in the Occidental Plateau of São Paulo State, Brazil: I – Geomorphic surface and soil mapping units; II – Soil morphology, genesis and classification. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 41:104-115.
- LUCAS, Y.; CHAUVEL, A.; BOULET, R.; RANZANT, G. & SCATOLINI, F. (1984). Transição latossolos-podzóis sobre Formação Barreiras na região de Manaus, **Rev. Bras. Ci. Solo** 8:325-335p.
- MAACK, R (1981). **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2ª Edição. Livraria José Olímpio. Ed., Curitiba.
- MARTINS, V. M. (1994). **Estudo de uma topossequência de solos no município de Cidade Gaúcha – PR**. Maringá, DGE-UEM, 46p. (Monografia – Inédita)
- MEZZALIRA, S. & ARRUDA, M. R. (1965) – Observações geológicas na Região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo. **Na. Acad. Bras. Ciências**, 37: 69-77.
- MEZZALIRA, S. (1974) – Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. **Instit. Geogr. Geolo. Bol.**, nº 51
- MODENESI, M. C. (1995) **Contribuição à Geomorfologia da Região de Itu – Salto: Estudo de formações superficiais**. São Paulo, (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.
- MONIZ, A. C. (1996). Evolução de conceitos nos estudos da gênese de solos. *In*: **Revista Brasileira de Ciência dos Solos**. Vol. 20 nº.3, Campinas – SP, 349 – 362p
- MORO, D. A. (1991). **Substituição de Culturas – Modernização Agrícola**. Rio Claro, UNESP – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. (Tese de Doutorado)

MUNSELL COLLOR CHARTS (1975) –Baltimore, Munsell color company enc.

MURATORI, A . M. (1996). **Processos interativos entre o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental da região Noroeste do Paraná – Brasil.** Curitiba. Tese (doutoramento em Ciências Florestais). Curso de Pós Graduação em Ciências Florestais. Área de Silvicultura. Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

MURATORI, A . M. (1997). Os microdesertos edáficos na neopaisagem da Região Noroeste do Estado do Paraná – Brasil, como registro de um novo Período Geológico (Quinário?). **RA'E GA – O espaço geográfico em análise.** Curitiba, ano1, Vol. 1 n °., p.133 –1442.

MUZILLI, O ., LAURENTI, A . C. FUENTES, L.R., FAGUNDES, A . C. FIDALSKI,J. FREGONEZE, J. A ., RIBIERO M. F. & LUGÃO, S. M. B. (1990). **Contribuição do solo em sistema de produção nas microbacias hidrográficas do arenito Caiuá d Paraná. 1. Clima, solo, estrutura agrária e perfil da produção agropecuária.** IAPAR, Londrina: IAPAR,1990, p.56 (Boletim Técnico,33)

NASCIMENTO, N. R. (1993). **Sistema de Transformação Pedológica “Solos Lutaríticos com Couraça Ferruginosa em Silcretes e/ou Planossolos”:** **Aplicação a Cartografia da Pedo-Morfologia do Médio Vale do Rio Paramirim - Bahia.** Inst. de Geociência – USP. São Paulo

NÓBREGA, M.T.; GASPARETTO, N. V. L. & NAKASHIMA, P. (1992). Metodologia para Carta Geotécnica de Umuarama, Paraná. **Boletim de Geografia – UEM,** Maringá 10 (1): 05 – 10.

NÓBREGA, M.T. (1997). **Pedologia Aplicada à Engenharia nas Regiões Tropicais.** São Paulo, USP, 19p (Apostila – Inédita)

- OKA-FIORI, C. & SOARES, P. C. (1976). Aspecto evolutivo das Voçorocas. **Notícias Geomorfológicas**, Vol. 19 (32). Campinas, p. 114 – 124.
- OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. T. T.; CAMARGO, M. N. (1992). **Classes Gerais de Solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, FENEP, 201p.
- OLIVEIRA, A. M. dos S. (1994). **Depósitos tecnogênicos e assoreamentos de reservatórios. Exemplo do Reservatório de Capivari, rio Paranapanema, SP/PR**. Tese de doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia – USP, São Paulo.
- OLIVEIRA, D. (1997). **Estudo macro e micro morfológico de uma topossequência na Bacia do Córrego do Retiro em São Pedro – SP**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia – USP, São Paulo.
- PARANÁ - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (1987). **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 73p.
- PELLERIN, J.; HELLUIN, M. (1988). Análise estrutural e organizações das paisagens: as pesquisas visando a generalização cartográfica. **XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Simpósio: A importância do conhecimento da cobertura pedológica: a análise estrutural, pp. 455 -463
- PELLERIN, J. & QUEIROZ-NETO (1992a). Morfogênese e Pedogênese no Córrego da Invernada (Marília, SP). Belo Horizonte, **3 ° Congr. ABEQUA**, Anais, 111 – 120.
- PELLERIN, J. & QUEIROZ-NETO (1992b). 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, Bresil). *In: Science du Sol* – Vol. 30,3,133-147

PELLERIN, J. et BOMER, B. (1993). Morphogénèse et Pédogénèse. **Bull. Assoc. Géogr. Franç.**, Paris, p. 67-71.

PELLERIN, J. & QUEIROZ-NETO (1993). Morfogênese e Pedogênese no Córrega da Invernada (Marília, SP) . **Anais III Congresso ABEQUA**, Belo Horizonte, 111-112.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA – PR. (1996)

PONÇANO, W.L.; KERTZMAN, F.F.; SALOMÃO, F. X. de T. **Fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos no desenvolvimento de Boçorocas na Bacia do Peixe-Paranapanema –SP.** Pág. 413 – 421. (local e data de publicação desconhecidos)

PONÇANO, W.L.; SALOMÃO, F. X. de T. ; KERTZMAN, F.F.; IWASA, O. Y. **Suscetibilidade à Erosão por Boçorocas e Ravinas na Bacia do Peixe-Paranapanema – SP.** Pág. 423 – 429. (local e data de publicação desconhecidos).

PORCHER, M. & GUILLOPE, P. (1979). Cartographie des risques ZERMOS appliquée à des plans d'occupation des sols en Normandie. **Bull. Liaison Lab. et Cah.** 99: 43-54.

QUEIROZ NETO, J.P (1978). Les problemes de l'erosion acceleree dans l'Etat de São Paulo, Bresil. **Géo-Eco-Trop**, 2, p. 205 - 220

QUEIROZ NETO, J. P.; PELLERIN, J. (1994). Solos e relevo no Alto Vale do Rio do Peixe – Paranapanema (São Paulo, Brasil). **Revista do Departamento de Geografia- USP.** N ° 7, p.25-33.

QUEIROZ NETO, J. P. (1995). A Geomorfologia na Interface das Ciências Ambientais. In: **Encontro de Geomorfologia do Sudeste**, 1., Rio de Janeiro, 1995. Anais.24p.

- QUEIROZ NETO, J. P. (1988). A importância do Conhecimento da Organização da Cobertura pedológica: a Análise Estrutural. *In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 21, Campinas, p. 415 – 429.
- RUELLAN, A . (1970). **Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes: les sols à profil calcaire différencie des plaines de la Basse Mouloya (Maroc Oriental)**.Thèse Sci. Strasbourg : Mém. ORSTOM, n ° .52, Paris, 304p.
- RUELLAN, A . (1984-85). Les sols dans le paysage. **Cah. ORSTOM, série Pédologie**, Vol. XXI, n ° 2 et 3, 198 -207p.
- RUELLAN, A . (1987). Les critères morphologiques de reconnaissance des potencialités des sols: morphologie e fertilité des sols. *In:*
- RUELLAN, A .; DOSSO, M. ; FRITSCH, E. (1989). L'analyse structurale de la couverture pedologique.*In: Science du Sol*, Vol. 27 n ° 4,319 – 334p.
- RUELLAN, A .; DOSSO, M. (1993). **Regards sur le sol**. Les Éditions Foucher, Paris, 192p.
- SALOMÃO,F. X. de T.; BOULET,R.; QUEOROZ-NETO, J. P. de , SANTOS, L. J. C. **Relation entre l'erosio linéaire, l'organisation et la dynamique de la couverture pédologique sur gré de la Region de Bauru (Brésil): l'extrapolation regionale**. Versão Provisória.
- SALOMÃO, F. X de T. (1994).**Processo erosivos lineares em Bauru, SP. Regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 200p (Tese de doutorado).
- SALAMUNI, R., et al. (1981). Observações sobre o ambiente de deposição da Formação Caiuá no Noroeste do Estado do Paraná. *In: Simpósio Regional de Geologia*, 3. Curitiba, 1981. Atas, Curitiba :SBG, v.2, p. 25 – 53.

- SANTOS, L. J. C. (1995) **Estudo Morfológico da Topossequência da Pousada da Esperança em Bauru – SP: subsídio para a compreensão da gênese, evolução e comportamento atual dos solos.** Vol. I. São Paulo, USP – FFLCH. (Dissertação de Mestrado)
- SOARES, P. C , et al (1980). Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru, **Ver. Bras. Geociências**, v.10, n. 3, p. 177 – 185.
- SPECIAN, V.; NÓBREGA, M. T.; CUNHA, J. E. (1996). Estudo da dinâmica erosiva em vertentes no Noroeste do Paraná: suas implicações pedológicas e geomorfológicas. *In: V Encontro Anual de Iniciação Científica.* CNPq – UEL- UEM- UEPG- UNIOESTE. Londrina . p. 118.
- TARDY, Y, (1993). *Petrologie des laterites et des sols tropicaux.* Paris, Masson. 459p.
- TRICART, J. (1965). Morphogénèse et pédogénèse. *Science du Sol*, n° 1, pág. 68 a 85. Tradução de Antônio Christofolletti *in: Notícias Geomorfológicas*, Campinas, 8 (15), Junho de 1968, pág. 5 a 13.
- TROPPEMAIR, H. (1990). Perfil fitoecológico do Estado do Paraná.. **Boletim de Geografia- UEM**, Ano 8, n° 1, p. 67-79.
- VIDAL TORRADO, P. (1994). **Pedogênese e Morfogênese no Distrito de Tupi (Piracicaba - SP)**, ESALQ/USP, 212p (Tese de Doutorado).
- YORO, G. ; GODO, G. (1989-1990). Les méthodes de mesure de la densité apparente: analyse de la dispersion des résultats dans un horizon donné. **Cah. ORSTOM.** Sér. Pédol. Vol. XXV n° 4, 413 – 429p.
- WASHBURN, C. W. (1930). Petroleum geology of the State of São Paulo, Brazil. **Bol. Com. Geogr. Geol.**, n. 22p. 1-282.

WENTWORTH, C. K. (1922). **The mechanical composition of sediments in graphic form.** Studies in Natural history. University Iowa – Iowa.

WU, F. T. & SOARES, P. C. (1974). Minerais pesados nas Formações Pirambóia e Botucatu. *In: Congresso Bras. de Geologia, 28 ° , Porto Alegre, 1974, Anais.* Porto Alegre, Soc. Bras. de Geologia, v. 2, p. 119-127.

ANEXOS

Anexo 1: Descrição das principais características macromorfológicas das toposseqüências investigadas a trado.

Toposseqüência 2

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Bw	10 -120+	2,5 YR 3/4 4/6	Ligeir. mais argilosa
S2	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5/4	Arenosa
	Bw	10 - 120+	2,5 YR 3/6 4/6	Ligeir. mais argilosa
S3	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Bw	10 - 120+	2,5 YR 3/6 4/6	Ligeir. mais argilosa
S4	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5/4 a 3 /4	Arenosa
	Bw	10 - 120+	2,5 YR 3/6 4/6	Ligeir. mais argilosa
S5	Ap	0 -10	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw	10 -12+	2,5 YR 3/6 4/8	Ligeir. mais argilosa
S6	Ap	0 -10	2,5 YR 3 / 4	Arenosa
	Bw	10 -50	2,5 YR 3/6	Areno-argilosa
	Bt (incipiente)	50 -100	2,5 YR 4/4	Argilo-arenosa
	Bw	100-120+	2,5 YR 4/4	Areno-argilosa
S7	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4 3/6	Arenosa
	Bw	10 -70	2,5 YR 4/4 4/6	Areno-argilosa
	Bt	70 -100	2,5 YR 4/4 4/6	Argilo-arenosa
	Bw	100 - 120	2,5 YR 4/4 4/6	Areno-argilosa
S8	Ap	0 - 10	2,5 YR 4/6	Arenoso
	Bw	10 -120 +	2,5 YR 4/4 4/6	Ligeiramente mais arenoso
S9	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/6	Arenoso
	Bw	10 -120 +	2,5 YR 4/6 a 4/8	Ligeiramente mais arenoso
S10	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenoso
	Bw	10 -120 +	2,5 YR 3/6 a 4/6	Ligeiramente mais arenoso

Topossequência 3

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 40	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Bw	40 - 120+	2,5 YR 3/4 4/6	Ligeir. mais argilosa
S2	Ap	0 - 30	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw	30 - 130	2,5 YR 3/6 4/8	Ligeir. mais argilosa
S3	Ap	0 - 30	2,5 YR 4/8	Arenosa
	Bw	30 - 120	2,5 YR 3/6	Arenosa à areno-argilosa
S4	Ap	0 - 40	2,5 YR 4/6 4/4	Arenosa
	Bw	40 - 120	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
S5	Ap	0 - 30	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw	30 - 120	2,5 YR 3/6 4/8	Areno-argilosa
S6	Ap	0 - 30	2,5 YR 3/6 4/6	Arenosa
	Bw/E (?)	30 - 60	2,5 YR 4/8	Areno-argilosa
	Bt	60 - 90	2,5 YR 4/6 4/8	Argilo-arenosa
	Bw	90 - 120	2,5 YR 4/6	Areno-argilosa
S7	Ap	0 - 40	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Bw/E (?)	40 - 60	2,5 YR 4/6	Areno-argilosa
	Bt	60 - 90	2,5 YR 4/8	Argilo-arenoso
	Bw	90 - 120	2,5 YR 4/6	Areno-argilosa
S8	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Bw/E (?)	10 - 60	2,5 YR 4/4	Areno-argilosa
	Bt	60 - 90	2,5 YR 4/6	Argilo-arenoso
	Bw	90 - 120 (+)	2,5 YR 4/8	Areno-argilosa
S9	Ap	0 - 10	5 YR 3/4	Arenosa
	Bw	10 - 120 (+)	2,5 YR 4/4 a 4/8	Arenosa à areno-argilosa
S10	Ap	0 - 40	5 YR 3/3	Arenosa
	Bw	40 - 200 +	2,5 YR 3/4 a 4/8	Arenosa à areno-argilosa
S11		0 - 02		Areia solta. transportada
	Colúvio	02 - 80	5 YR 3/3 a 5YR	Arenosa
	Ap	80 - 110	5 YR 3/4 a 2,5 YR	Arenosa
	Bw	110 - 300 +	2,5 YR 4/8 a 5/8	Arenosa à areno-argilosa
S12	Colúvio	0	5 YR 6/6 a 4/6	Arenosa
	Colúvio (?)	80	5 YR 6/6 a 3/3	Arenosa
	Bw	80 - 120	2,5 YR 4/6 a 4/8	Arenosa à areno-argilosa

Topossequência 4

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 30	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw	30 - 120+	2,5 YR 4/4 a 2,5	Arenosa à areno-argilosa
S2	Ap	0 - 20	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw	20 - 110+	2,5 YR 4/6	Arenosa à areno-argilosa
S3	Ap	0 - 60	5 YR 4/4 a 2,5 YR	Arenosa
	Bw	60 - 120+	2,5 YR 4/6 a 4/8	Areno-argilosa
S4	Ap	0 - 30	5 YR 4/6	Arenosa
	Bw	30 - 120 +	2,5 YR 4/6	Arenosa à areno-argilosa
S5	Ap	0 - 60	2,5 YR 3/6 a 2,5	Arenosa
	Bw	60 - 120+	2,5 YR 4/6 a 4/8	Arenosa à areno-argilosa
S6	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/6	Arenosa
	E	10 - 75	2,5 YR 4/6	Areia
	Bt	75 - 170	2,5 YR 4/6 4/8	Argilo-arenosa à argilosa
	Bw	170 - 200+	2,5 YR 4/8	Areno-argilosa
S7	Ap	0 - 10	5 YR 4/4	Arenosa
	E	10 - 140	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bt	140 - 160	2,5 YR 4/6	Areno-argilosa
	Bw	160 - 220+	2,5 YR 4/8 a 4/6	Areno-argilosa
S8	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Colúvio	10 - 40	2,5 YR 3/6 a 4/6	Arenosa a areno-argilosa
	E	40 - 130	2,5 YR 4/4 a 4/8	Arenosa
	Bt incipiente	130 - 200	2,5 YR 4/8	Argilo-arenosa
	Bw	200 - 320	2,5 YR 4/6 a 4/8	Areno-argilosa
S9	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Colúvio	10 - 70	2,5 YR 4/6	Arenosa
	E	70 - 80	2,5 YR 4/6 a 4/8	Arenosa a areno-argilosa
	Bt	80 - 110	2,5 YR 4/8	Argilo-arenosa
	Bw	110 - 220	2,5 YR 4/6 a 4/8	Areno-argilosa
S10	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	E	10 - 90	2,5 YR 4/6 4/8	Arenosa
	Bt	90 - 150	2,5 YR 4/6 a 2,5	Areno-argilosa à argilo-
	Bw	150 - 220+	2,5 YR 4/6 a 4/8	Areno-argilosa
S11	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	E	10 - 130	2,5 YR 3/6 a 4/8	Arenosa
	Bt	130 - 200	2,5 YR 4/6	Argilo-arenosa
	Bw	200 - 220+	2,5 YR 4/8	Areno-argilosa
S12	Ap	0 - 10	2,5 YR a 2,5 YR /8	Arenosa
	E	10 - 125	2,5 YR 4/4 a 5 YR	Arenosa
	Bt	125 - 180	2,5 YR 4/6 4/8	Argilo-arenosa à argilosa
S13	Bw	180 - 220+	2,5 YR 4/8	Areno-argilosa
	Ap	0 - 10	5 YR 3/3	Arenosa
	E	10 - 90	5 YR 4/6 a 2,5 YR	Arenosa
	Bt	90 - 180	2,5 YR 4/6	Argilosa
S14	Bw	180 - 220+	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
	Ap	0 - 30	2,5 YR 2,5 /2	Areno-siltosa
	E	30 - 80	2,5 YR 3/6	Areno-argilosa
	Bt	80 - 110	2,5 YR 3/6	Argilo-arenosa
S15	R (?)	110 - 120+		
	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5 /2	Areno-siltosa
	E	10 - 20	2,5 YR 2,5 /2	Areno-siltosa
	Bt	20 - 70	2,5 YR 2,5 /4	Areno-siltosa a argilosa
	R	70+	2,5 YR 4/8	

S 16	Ap	0 - 10	2,5 YR 3 /4	Arenosa
	E	10 - 50	5 YR 4/4 4/6	Arenosa
	Bt	50 - 130	2,5 YR 3/6	Areno-argilosa à argilosa
	C	130 - 150	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
	R	150 - 200+	10 R 4/6	-
S 17	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5/4	Arenosa
	E	10 - 175	2,5 YR 3/6 a 4/6	Arenosa
	Bt	175- 230	2,5 YR 4/6 a4/8	Areno-argilosa a argilosa
	C	230 - 320 +	2,5 YR 4/8	Areno-argilosa
S 18	Ap	0 - 40	2,5 YR 2,5/4 a 2,5	Arenoso
	E	40 - 120	2,5 YR 4/6 4/8	Arenoso
	Bt	120 - 180	2,5 YR 4/6	Argiloso
	C	180 - 250	2,5 YR4/6 4/8	Areno-argiloso
	R	250 - 320 +	10 R 4/4	Rocha alterada
S 19	Ap	0 - 40	2,5 YR 2,5/4	Arenoso
	E	40 - 170	2,5 YR 5/6	Arenoso
	Bt	170 - 210	2,5 YR 4/6	Argiloso
	C	210 - 220	10 YR 4/4	Areno-argiloso
	R	220 +	10 YR 3/ 4 4/3	Rocha alterada
S 20	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5/4	Arenoso
	E	10 - 150	2,5 YR 4/4 a 5/6	Arenoso
	Bt	150 - 210	2,5 YR 4/6	Areno-argiloso a argiloso
	C	210 - 250	10 R 4/4	Areno-argiloso
	R	250+	10 R 3 /4 4/3	Rocha alterada
S 21	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5/4	Arenoso
	Aq	10 - 180	5 YR 5/4 a 6/3	Arenoso
	R	180+	-	Rocha alterada
S 22	Ap	0 - 10	5 YR 3/2	Arenoso
	Aq	10 - 60	5 YR 6/2	Arenoso
	R	60 +	-	Rocha alterada

Topossequência 5

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S 1	Ap	0-10	7,5 YR 4/4	Arenoso
	Bw	10 - 70	5 YR 4/4	Arenoso a areno-argiloso
		70 - 110 +	2,5 YR 3/6	
S 2	Ap	0 - 10	7,5 YR 4/4	Arenoso
	Bw	10 - 75	5 YR 3/4 4/4	Arenoso a areno-argiloso
		75 - 120+	2,5 YR 3/6 3/4	
S 3	Ap	0 - 10	7,5 YR 4/4	Arenoso
	Bw	10 - 50	5 YR 4/6	Arenoso a areno-argiloso
		50 - 85+	2,5 YR 4/4	
S 4	Ap	0 - 10	7,5 YR 4/4	Arenoso
	Bw	10 - 50	5 YR 4/6	Arenoso a areno-argiloso
		50 - 85 +	2,5 YR 3/6 4/6	
S 5	Ap	0 - 20	5 YR 3/4	Arenoso
	E	20 - 45	2,5 YR 3/4	Arenoso
	Bt	45 - 70	2,5 YR 3/6	Argilo-arenoso
	Bw	70 - 120 +	2,5 YR 3/6	Areno-argiloso a arenoso
S 6	Ap	0 - 20	5 YR 3/4	Arenoso
	E	20 - 50	2,5 YR 3/4	Arenoso
	Bt	50 - 110	2,5 YR 3/6	Argilo-arenoso
	Bw	110 - 120+	2,5 YR 3/6 4/4	Areno-argiloso a arenoso
S 7	Ap	0 - 20	5 YR 4/4	Arenoso
	E	20 - 60	2,5 YR 3/4	Arenoso
	Bt	60 - 90	2,5 YR 3/6	Argilo-arenoso
	Bw	90 - 100 +	2,5 YR 3/6 4/4	Areno-argiloso
S 8	Ap	0 - 25	7,5 YR 3/4	Arenoso
	E	25 - 50	5 YR 4/4 3/4	Arenoso
	Bt	50 - 90	2,5 YR 3/4 3/6	Argilo-arenoso
	Bw	90 - 120 +	2,5 YR 3/6	Areno-argiloso
S 9	Ap	0 - 20	7,5 YR 3/4	Arenoso
	E	20 - 60	5 YR 3/4 4/4	Arenoso
	Bt	60 - 100	2,5 YR 3/6 4/4	Argilo-arenoso
	Bw	100 - 120+	2,5 YR 3/4 3/6	Areno-argiloso a arenoso
S 10	Ap	0 - 20	7,5 YR 3/4	Arenoso
	Areia quartzosa	20 - 60	5 YR 4/4	Arenoso a Areia
		60 - 110	2,5 YR 3/4 4/4	
	C	110 - 115	5YR 3/4	Arenoso-siltoso
	R	115+	-	Areno-argilo-siltoso
S 11	Ap	0 - 10	5 YR 4/3	Arenoso
	Areia Quartzosa	10 - 20	2,5 YR 3/4	Arenoso a areia
	Bt	60 - 100	2,5 YR 3/4 3/6	Argiloso
	Bw	100 - 120+	2,5 YR 3/6	Areno-aregiloso a arenoso
S 12	Ap	0 - 20	7,5 YR 4/2	Arenoso
	Areia Quartzosa	20 - 80	7,5 YR 4/4	Arenosos a areia
	C	80 - 100	7,5 YR 4/6	Areno-siltoso
S 13	Ap	0 - 5	5 YR 4/3	Arenoso
	Areia Quartzosa	5 - 80	7,5 YR 5/4 6/4	Arenosos a areia
	R	80 +	5 YR 4/9	Rocha bem conservada
S 14 (Barranco)	Areia Quartzosa	0 - 110	Areia branca	Areia
	R	110+	5 YR 4/9	Rocha bem conservada

Topossequência 6

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 10	7,5 YR 4/4	Arenoso
	E	10- 60	5 YR 4/6	Arenoso
	Bt	60 - 100	2,5 YR 3/6	Argilo-arenoso
	Bw	100 - 120+	2,5 YR 4/4 3/6	Areno-argiloso
S2	Ap	0 - 10	7,5 YR 4/4	Arenoso
	E	10 - 60	5 YR 4/4	Arenoso a areno-argiloso
	Bt	60 - 170	2,5 YR 3/6 3/4	Argilo-arenoso (água livre)
	Bw	170 - 220+	2,5 YR 3/4	Areno-argiloso
S3	Ap	0 - 10	5 YR 4/6	Arenoso
	E	10 - 70	5 YR 4/6 4/4	Arenoso
	Bt	70 - 110	2,5 YR 4/4 3/6	Argiloso (abrupto - água livre)
	Bw	110 - 220+	2,5 YR 4/6	Areno-argiloso
S4	Ap	0 - 10	5 YR 4/4 3/6	Arenoso
	E	10 - 80	5 YR 4/6 4/4	Arenoso (indícios de bandas)
	Bt	80 - 180	2,5 YR 3/4	Argilo-arenosa a argilosa
	Bw	180 - 220 +	2,5 YR 3/6	Areno-argilosa
S5	Ap	0- 10	5 YR 3/3	Arenosa
	E	10 - 100	5 YR 4/6 4/4	Arenosa
	Bt	100 - 180	2,5 YR 3/6 4/6	Argilo-arenosa abrupto. água livre no contato E/Bt
	Bw	180 - 220 +	2,5 YR 3/6 4/6	Areno-argilos. friável
S6	Ap	0 -15	5 YR 4/4	Arenoso
	E	15 - 100	5 YR 4/6 4/8	Arenoso
	Bt	100 - 180	2,5 YR 3/6	Argiloso, abrupto (água livre no contato E/Bt)
	Bw	180 - 220+	2,5 YR 3/4	Areno-argiloso
S7	Ap	0 - 10	5 YR 3/4	Arenoso
	E	10- 100	5 YR 3/3	Arenoso
	Bt	100 - 170	2,5 YR 3/4	Argilo-arenoso a argiloso
	Bw	170 - 220+	2,5 YR 3/6 3/4	Areno-argiloso, friável
S8	Ap	0- 10	7,5 YR 3/2	Arenoso
	E	10 - 60	5 YR 3/4 4/4	Arenoso
	Bt	60 - 80	2,5 YR 3/4	Argilo-arenoso a argiloso, abrupto (água livre)
	Bw	80 - 105	2,5 YR 3/6	Areno-argilo, porém amais argiloso que das sondagem anteriores
	C	105 - 115	5 YR 4/6	Silto-argilo-arenosa
	R	115 - 130+	Cores variadas	Arenito alterado
S9	Ap	0 - 10	5 YR 2,5/2	Arenoso
	E	10 - 30	2,5 YR 3/4	Arenoso
	Bt	30 - 100	2,5 YR 3/4	Argilo-arenoso
	C	100 - 120	Cores variadas	Matriz argilosa, muitos fragmentos de rocha
	R	120 - 130+	Idem	Rocha alterada
S10	Ap	0- 10	5 YR 3 / 4	Arenoso
	E	10- 50	5 YR 3 /4 3/6	Arenoso

S 11	Ap	0 - 10	5 YR 3/4	Arenosa
	E	10 - 40	5 YR 3/4	Arenosa. fragmentos de rocha
	C	40 - 55	2.5 YR 3/4	Areno-argilosa
	R	55+	variada	Rocha alterada

Topossequência 7

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 10	5 YR 4/4	Arenosa
	E	10 - 195	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bt	195 - 220 (+?)	2,5 YR 3/6 4/6	Argilosa a areno-argilosa, (água livre no contato E/Bt)
S2	Ap	0 - 10	5 YR 3 / 4	Arenoso
	E	10 - 190	2,5 YR 3/6 (topo)	Arenoso, muito friável
	Bt	190 - 220 (+?)	2,5 YR 3/ 4	Argiloso (água livre no contato E/Bt)
S 3	Ap	0 - 10	5 YR 3 / 3	Arenoso
	E	10 - 185	2,5 YR 4/6 (topo).	Arenoso
	Bt	185 - 200	2,5 YR 4/6 3/6	Argiloso, abrupto (agua livre)
	Bw	200 (+ ?)	2,5 YR 3/6	Areno-argiloso, friável
S 4	Ap	0 - 10	5 YR 3 / 4	Arenoso
	E	10 - 150	5 YR 4/4 a 4/6	Arenoso
	Bt	150 - 190	2,5 YR 3 / 4	Argiloso a argilo-arenoso
	Bw	190 - 210	2,5 YR 3/6	Areno-argiloso, friável
	R	210 +	variada	Rocha alterada
S 5	Ap	0 - 10	5 YR 4/6	Arenoso
	E	10 - 65	5 YR 4/4 (topo).	Arenoso
	Bt	65 - 80	2,5 YR 5/6 5/8	Argiloso, pequenos fragmentos
	R	80 +	variada	Rocha alterada
S 6	Ap	0 - 5	7,5 YR 5/4	Arenoso , sinais de hidromorfia
	E	5-45	7,5 YR 4/4	Arenoso, sinais de hidromorfia
	R	45+	variada	Rocha alterada

Topossequência 8

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 30	5 YR 4/4 4/6	Arenosa
	E/Bw	30 - 220 +	2.5 YR 4/4 a 4/6	Arenosa a areno-argilosa
S 2	Ap	0 - 30	2.5 YR 3/6 a 4/4	Arenosa
	E	30 - 70	2.5 YR 4/4 a 4/6	Arenosa
	Bt	70 - 120	2.5 YR 4/4	Argilo-arenosa
	Bw	120 - 180+	2.5 YR 4/8	Areno-argilosa
S 3	Ap	0-30	2.5 YR 2.5/4	Arenosa
	E	30 - 80	2,5 YR 4/4	Arenosa
	Bt	80 - 100	2.5 YR 4/6	Argilo-arenosa
	Bw	100-200+	2.5 YR 4/6 a 4/8	Areno-argilosa
S 4	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/4	Arenosa
	E	10 - 100	2.5 YR 4/4	Arenosa
	Bt	100 - 200	2.5 YR 4/8	Argilo-arenosa
	Bw	200 - 220+	2.5 YR 4/4 a 4/6	Areno-argilosa
S 5	Ap	0 - 10	2.5 YR 3/4	Arenosa
	E	10 - 150	2.5 YR 4/6	Arenosa
	Bt	150 - 190	2.5 YR 4/6 a 4/8	Argilo-arenosa
	Bw	190 - 220 +	2.5 YR 4/6	Areno-argilosa
S 6	Ap	0 - 40	2.5 YR 3/4	Arenosa
	E	40 - 140	2.5 YR 3/6 a 4/6	Arenosa
	Bt	140 - 200	2.5 YR 4/6 a 4/8	Argilo-arenosa
	Bw	200 - 220 +	2.5 YR 4/6	Areno-argilosa
S 7	Ap	0 - 10	5 YR 3/4	Arenosa
	E	10 - 90	5 YR 4/6 a 4/8	Arenosa
	Bt	90 - 140	5 YR 4/6	Areno-argilosa a argilosa
	C	140 - 180	7,5 YR 6/6	-
	R	180 +	-	-
S 8	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/6	Argilosa
	Bt	10 - 70	2.5 YR 3/6 a 4/6	Argilosa
	C	70 - 100	2.5 YR 4/6 a 10 R	Silto-argilosa
	R	100 +	-	-
S 9 (Barranco)	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/6	Argilosa
	C	10 - 70	2,5 YR 3/6	Argilosa
	R	70 +	-	-

Topossequência 9

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw	10 - 120+	2,5 YR 4/4 a 4/8	Areno-argilosa
S2	Ap	0 - 10	5 YR 3/4 a	Arenosa
	Bw	10 - 180 +	2,5 YR 4/4 4/8	Areno-argilosa
S3	Ap	0 - 10	5 YR 3/3 3 / 4	Arenosa
	Bw	10 - 220+	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
S4	Ap	0 - 10	5 YR 3/3	Arenosa
	Bw	10 - 220+	2,5 YR 3/6 a 4/6	Areno-argilosa
S5	Ap	0 - 10	5 YR 3 / 4	Arenosa
	Bw	10 - 220 +	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
S6	Ap	0 - 10	5 YR ¾ 4/4	Arenosa
	Bw	10 - 220+	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
S7	Ap	0 - 10	5 YR 4/4	Arenosa
	Bw	10 - 250+	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
S8	Ap	0 - 10	5 YR 3/3	Arenoso
	Aq	10 - 70 +	5 YR 6/3 6/4	Arenoso
S9	Aq	0 - 40	-	Arenoso
	R	40 - 180 +	-	Arenoso

Topossequência 10

Sondagem	Horizonte	Profundidade (cm)	Cor	Textura (ao tato)
S1	Ap	0 - 10	2,5 YR 3/6	Arenosa
	Bw/E (?)	10 - 100+	2,5 YR 4/6	Ligeir. mais argilosa
S2	Ap	0 - 10	2,5 YR 2,5/4	Arenosa
	Bw/E	10 - 140	2,5 YR ¾ 4/8	Arenosa
	Bt	140 - 200	2,5 YR 4/8	Argilosa
	Bw	200 - 250	2,5 YR 8/8	Areno-argilosa
	C	250 - 260	2,5 YR 8/8 10 YR	-
	R	260 - 280+	10 YR 4/4	-
S3	Ap	0 - 20	2,5 YR 2,5/4 3/4	Arenosa
	Bw/E	20 - 50	2,5 YR 3/6 4/4	Arenosa
	Bw	50 - 90	2,5 YR 4/6 4/8	Areno-argilosa
	C	90 - 100	10 YR 4/4 4/3	Argilo-siltosa
	R	100 - 120 +	5 YR 7/3	
S4	Ap	0 - 20	2,5 YR 2,5/4	Arenosa
	E	20 - 40	2,5 YR 3/4	Arenosa
	Bt	40 - 80	2,5 YR 4/6	Argilosa
	C	80 - 100	10 YR 4/6 6/3	Silto-aregilosa
	R	100 - 120+	10 YR 6/3 5YR7/3	Silto-argilosa